

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-255462

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

Int.Cl.

G02B 17/00

G02F 1/13

G03B 21/10

G09F 9/00

H04N 5/64

H04N 5/74

Application number : 2000-065404

(71)Applicant : CANON INC

Date of filing : 09.03.2000

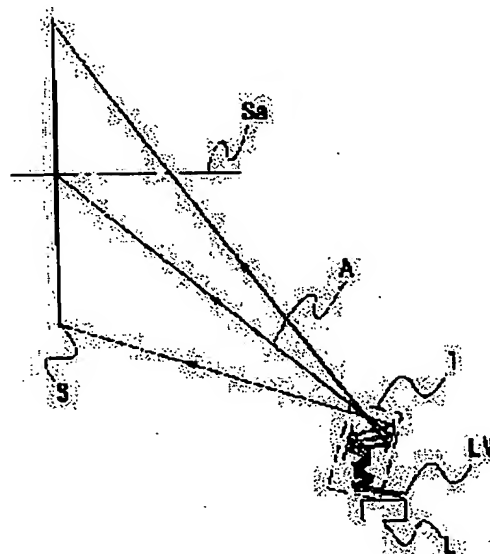
(72)Inventor : SUNAGA TOSHIHIRO

PROJECTION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE USING THE SAME

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a projection optical system and a projection type display device using the projection optical system, in which a ratio of peripheral light quantity is secured and an oblique projection system having a high enlargement ration is used while the device is miniaturized.

SOLUTION: In this projection optical system, luminous flux from a picture display panel is guided to a screen surface inclined to a reference axis so as to form picture information on the screen surface. The optical system is equipped with a reflection optical system which has plural rotationally asymmetric reflection surfaces having curvature and where the luminous flux from the picture display panel is reflected on the plural rotationally asymmetric reflection surfaces and guided to the screen surface, and is provided with a diaphragm between the plural rotationally asymmetric reflection surfaces of the reflection optical system or between the reflection optical system and the picture display panel, and the diaphragm is set to form a picture at negative magnification by an optical member arranged nearer of the screen side than the position of the diaphragm.



## LEGAL STATUS

Date of request for examination]

06.06.2001

Date of sending the examiner's decision of rejection]

24.09.2003

Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of

2003-20113

Rejection]

Date of requesting appeal against examiner's decision of 15.10.2003

<http://www19.ipdl.jpo.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAgHaOuYDA413255462P1.htm>

3/11/2004

## OTICES \*

an Patent Office is not responsible for any  
ages caused by the use of this translation.

his document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\* shows the word which can not be translated.

the drawings, any words are not translated.

---

AIMS

---

aim(s)]

aim 1] In an incident light study system for carrying out the light guide of the flux of light from an image display panel on a screen side which inclined to a reference axis, and forming image information in this screen side this incident light study system Have two or more rotation unsymmetrical reflectors which have curvature, and it has catoptric system which the flux of light from this image display panel reflects in these two or more rotation unsymmetrical reflectors, and carries out a light guide on this screen side. An incident light study system characterized by having set up that image formation may be carried out for a negative scale factor by optical member which formed drawing between rotation unsymmetrical reflectors of the plurality of this catoptric system, or between this catoptric system and image display panel, and this drawing has arranged from this drawing location to this screen side.

aim 2] An incident light study system characterized by being the incident light study system which projects light on a display panel, and refractive power of a reflector which has drawing and two or more reflectors and has refractive power in which light which passed said drawing among these two or more reflectors carries out incidence first time positive.

aim 3] A reflector positive in said refractive power is the incident light study system of claim 2 to which it is characterized by being a concave surface reflector or a diffraction side.

aim 4] Said drawing is the incident light study system of claim 2 characterized by being between said two or more reflectors and said panels, or being between a reflector positive in said refractive power, and another reflector which has refractive power.

aim 5] A reflector positive in said refractive power is claims 2 and 3 or an incident light study system of 4 to which it is characterized by being the aspheric surface.

aim 6] Said two or more reflectors are the incident light study systems of claim 5 characterized by including two or more aspheric surface reflectors which have refractive power.

aim 7] A reflector positive in said refractive power is claims 2 and 3 or an incident light study system of 4 to which it is characterized by being the aspheric surface symmetrical with nonrotation.

aim 8] Said two or more reflectors are the incident light study systems of claim 7 characterized by including two or more reflectors which have refractive power with the aspheric surface symmetrical with nonrotation.

aim 9] An incident light study system of claim 8 characterized by two or more reflectors of all that have refractive power among said two or more reflectors having the aspheric surface symmetrical with nonrotation.

aim 10] An incident light study system of claim 9 characterized by having a lens which has refractive power.

aim 11] Said incident light study system is an incident light study system of claim 1 characterized by being what is shown when arranged in the state of said image display panel and said screen being un-parallel.

aim 12] Said catoptric system is claim 1 or an incident light study system of 11 characterized by making the flux of light from said image display panel condense, and carrying out image formation of the middle image into an optical system.

aim 13] At least one of said two or more of the rotation unsymmetrical reflectors is claims 1 and 11 or an incident light study system of 12 characterized by consisting of a surface reflecting mirror.

aim 14] At least one of said two or more of the rotation unsymmetrical reflectors is the incident light study system of claims 1 and 11 characterized by consisting of a rear-face reflecting mirror, or any 1 term of 12.

aim 15] Said catoptric system forms two or more two refracting interfaces and said rotation unsymmetrical reflectors which have curvature on the surface of the transparent body. The flux of light from said image display panel carries out incidence inside this transparent body from one refracting interface. An incident light study system of claim 1 characterized by including at least one optical block constituted so that it might reflect in these two or more rotation unsymmetrical reflectors and might inject from another refracting interface, or any 1 term of 11-14.

p://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran\_web CGI\_ejje?u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.jpo.go.jp%2FTokuj... 3/11/2004

aim 16] At least two reflectors of two or more of said rotation unsymmetrical reflectors are the incident light study terms of claim 1 characterized by being created by one by mold shaping, or any 1 term of 11-15.

aim 17] A principal point location of whenever [ by the side of an image display panel when developing said catoptric system around a center line which connects a center of said image display panel and a center of image formation on a screen side / AJIMUSU xi ] is set to  $H(x_i)$ . An incident light study system of claim 1 characterized by satisfying conditions set to  $|(H(\alpha+90 \text{ degrees})-H(\alpha))/H(\alpha)| < 0.2$  when AJIMUSU showing a field containing this center line and a normal of this screen side is set to  $\alpha$ , or any 1 term of 11-16.

aim 18] An angle of a center line which connects a center of said image display panel and a center of image formation on a screen side, and a normal of said screen to make is set to  $\theta$ . A focal distance of whenever AJIMUSU / when developing said catoptric system around this center line / xi ] is set to  $f(x_i)$ . An incident light study term of claim 1 characterized by satisfying conditions set to  $|1-\cos\theta f(\alpha)/f(\alpha+90 \text{ degrees})| < 0.2$  when AJIMUSU showing a field containing this center line and a normal of said screen is set to  $\alpha$ , or any 1 term of 11-17.

aim 19] A projection mold display which carries out the light guide of the flux of light based on an image display panel to any 1 term of claims 1-18 on a screen side using an incident light study system of a publication, and is characterized by forming image information in this screen side.

aim 20] A projection mold display which carries out the light guide of the flux of light based on an image display panel to a screen of a transparency mold through one or more plane mirrors using an incident light study system given in any 1 term of claims 1-18, and is characterized by forming image information in this screen side.

---

translation done.]

NOTICES \*

an Patent Office is not responsible for any  
 ages caused by the use of this translation.

his document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
 \*\*\* shows the word which can not be translated.  
 the drawings, any words are not translated.

## TAILED DESCRIPTION

### ailed Description of the Invention]

01]  
 e technical field to which invention belongs] This invention is suitable for optical instruments, such as a liquid  
 stal projector (projection) which carries out the light guide of the flux of light by which light modulation was carried  
 by image display panels, such as a liquid crystal display element (liquid crystal panel) and a digital micro mirror  
 ice, to a screen or a wall, concerning the projection mold indicating equipment which used an incident light study  
 em and it, and forms image information.

02]  
 scription of the Prior Art] Conventionally, image display panels, such as a liquid crystal panel, are illuminated  
 ording to the flux of light from the light source, and the projector of the passive mold which carries out expansion  
 jection and which carries out image formation to a screen or a wall with a projection lens using the transmitted light  
 he reflected light by which light modulation was carried out by the image display panel is proposed [ that it is  
 ious and ].

03] In the incident light study system used for a projection, in order to shorten distance of a screen and equipment,  
 incident light study system which can be projected slanting is proposed [ that it is various and ] to the screen.  
wing 15 is the schematic diagram of the example of the incident light study system currently indicated by JP,05-  
 0312,A. It is the light valve with which L used the illumination system among drawing and LV used transparency or  
 ective mold dot-matrix liquid crystal. By the incident light study system PL, expansion projection is carried out on  
 een S, and the image based on a light valve LV is projected on Screen S. A light valve LV and Screen S are shifted  
 . arranged to the optical axis La of the incident light study system PL, using the wide angle lens of a large field angle  
 n incident light study system PL, and the optical system of slanting projection consists of this invention by  
 jecting using the portion of the edge of a field angle.

04] Moreover, drawing 16 is the schematic diagram of the example of the incident light study system currently  
 icated by JP,05-080418,A. It is the light valve with which L used the illumination system among drawing and LV  
 d transparency or reflective mold dot-matrix liquid crystal. A middle image is formed by the 1st incident light study  
 tem PL 1, and expansion projection of the image based on a light valve LV is carried out by the 2nd incident light  
 dy system PL 2 at Screen S. In this invention, it has projected aslant to Screen S by leaning appropriately the optical  
 s of the incident light study system of the 1st and 2.

05] Moreover, the incident light study system which projects an image on the re-official announcement patent WO  
 No. 01787 from across using two or more reflectors is indicated.

06] On the other hand, non-coaxial optical system is used and the image formation system aiming at the  
 iaturization of the whole optical system is proposed [ that it is various and ] recently. The design method is shown in  
 9-5650,A, and the example of layout is shown for the ability of the optical system by which aberration was amended  
 ough to be built by introducing the concept of a reference axis and making a configuration side into the  
 symmetrical aspheric surface to JP,8-292371,A and JP,8-292372,A by non-coaxial optical system.

07] Such non-coaxial optical system is called off axial optical system (when the reference axis which met the light  
 ising through an image center and a pupil center is considered, it is the optical system defined as optical system  
 luding the curved surface (off axial curved surface) which does not have a field normal in an intersection with the  
 erence axis of a configuration side on a reference axis, and a reference axis serves as a bent configuration at this  
 ie). Since a configuration side generally serves as a non-coaxis and KERARE does not arise even in a reflector,  
 struction of the optical system using a reflector tends to carry out this off axial optical system. Moreover, leading  
 out of an optical path also has the feature which can be performed comparatively freely of being easy to make the

cal system of one apparatus from the technique of really fabricating a configuration side.

08]

blem(s) to be Solved by the Invention] In JP,05-100312,A, as the incident light study system to which the light source and the screen were shifted to the optical axis is used and it is shown in drawing 11 in this case, the magnitude of the field angle of the incident light study system to be used is  $\theta_2$ . However, the lens system of a high field angle is not the quite large field angle ( $\theta_1$ ) as an incident light study system used is needed. Moreover, in the usual lens system, the quantity of light falls from an optical axis La as a field angle becomes large. therefore, so that the lens system of a high field angle is used -- Screen S -- a difference will appear in brightness especially in the vertical direction. Moreover, when it constitutes so that an optical axis La may go to the center of Screen S ( drawing 12 ), in the usual lens system, on Screen S, image formation of the image is not carried out, but image formation is carried out on the screen S' perpendicular to an optical axis La. Thus, when constituted, a focus will shift [ a projection image ] to a point on the screen S, and the vertical direction of Screen S as known well. When amending the inclination of this image surface, the difference of the optical path L1 of the light passing through the upper part of Screen S and the optical path L2 of the light which passes along the lower part of Screen S must be negated. When amending this difference, since the optical path difference of an optical path L1 and an optical path L2 will be reduced if it can amend the image formation side, there are few amounts of amendments and they end. On the other hand, when amending the optical surface by the side of the screen to which the projection image was expanded, the optical path difference between an optical path L1 and an optical path L2 influences as it is.

09] Moreover, since the tilt of the lens system is only carried out with the equipment currently indicated by JP,05-10418,A, it is difficult to fully lean the image surface. Moreover, if there are too many amounts of tilts, it will become difficult to secure optical-character ability.

10] The incident light study system in the reflective mold display unit currently indicated by the re-official announcement patent patent WO 97/No. 01787 constituted the coaxial system using the convex mirror of the concave mirror of one sheet, one sheet, or two sheets, and has projected the image from across using some reflectors of this concave mirror and a convex mirror. Since it is a coaxial system, aberration amendment is difficult and it is difficult to make catoptric system bright (to make the f number small).

11] Moreover, the incident light study system uses the configuration which has arranged drawing between reflective members. And the flux of light which passed drawing carries out incidence to a convex mirror, and the emission flux of light from this convex mirror is carrying out incidence to the following convex mirror. For this reason, there was limitation for the effective diameter of the 2nd convex mirror to increase. Moreover, two convex mirrors form the image of drawing at this time.

12] This invention aims at offer of the projection mold display which used an incident light study system and it.

13] Moreover, it aims at offer of the projection mold display using still brighter incident light study system and it.

14]

means for Solving the Problem] In an incident light study system for an incident light study system of invention of claim 1 carrying out the light guide of the flux of light from an image display panel on a screen side which inclined to a reference axis, and forming image information in this screen side This incident light study system has two or more rotation unsymmetrical reflectors which have curvature, and it has catoptric system which the flux of light from this image display panel reflects in these two or more rotation unsymmetrical reflectors, and carries out a light guide on this screen side. Drawing is formed between rotation unsymmetrical reflectors of the plurality of this catoptric system, or between this catoptric system and this image display panel, and it is characterized by having set up so that image information may be carried out for a negative scale factor by optical member which this drawing has arranged from this drawing location to this screen side.

15] An incident light study system of invention of claim 2 is an incident light study system which projects light from image display panel, and is characterized by refractive power of a reflector which has drawing and two or more reflectors and refractive power in which light which passed said drawing among these two or more reflectors carries out incidence at being positive.

16] Invention of claim 3 In invention of claim 2, said refractive power is characterized by a positive reflector being a concave surface reflector or a diffraction side.

17] Invention of claim 4 is characterized by for said drawing occurring between said two or more reflectors and said panels, or said refractive power being between a positive reflector and another reflector which has refractive power in invention of claim 2.

18] In claims 2 and 3 or invention of 4, as for invention of claim 5, a reflector positive in said refractive power is characterized by being the aspheric surface.

- 19] Said two or more reflectors are characterized by including two or more aspheric surface reflectors where invention of claim 6 has refractive power in invention of claim 5.
- 20] In claims 2 and 3 or invention of 4, as for invention of claim 7, a reflector positive in said refractive power is characterized by being the aspheric surface symmetrical with nonrotation.
- 21] It is characterized by including two or more reflectors which have refractive power on invention of claim 7, and in the aspheric surface where said two or more reflectors are symmetrical with nonrotation in invention of claim 8.
- 22] It is characterized by having the aspheric surface where two or more reflectors of all of invention of claim 9 that the refractive power among said two or more reflectors in invention of claim 8 are symmetrical with nonrotation.
- 23] Invention of claim 10 is characterized by having a lens which has refractive power in invention of claim 9.
- 24] It is characterized by being that for which invention of claim 11 is used in invention of claim 1 when said incident light study system is arranged in the state of said image display panel and said screen being un-parallel.
- 25] Said catoptric system makes the flux of light from said image display panel condense in claim 1 or invention of claim 12 is characterized by carrying out image formation of the middle image into an optical path.
- 26] Invention of claim 13 is characterized by at least one of said two or more of the rotation unsymmetrical reflectors consisting of a surface reflecting mirror in claims 1 and 11 or invention of 12.
- 27] Invention of claim 14 is characterized by at least one of said two or more of the rotation unsymmetrical reflectors consisting of a rear-face reflecting mirror in claims 1 and 11 or invention of 12.
- 28] Invention of claim 15 is set to invention of claim 1 or any 1 term of 11-14. Said catoptric system Two or more refracting interfaces and said rotation unsymmetrical reflectors which have curvature are formed on the surface of transparent body. The flux of light from said image display panel carries out incidence inside this transparent body on one refracting interface, and it is characterized by including at least one optical block constituted so that it might reflect in these two or more rotation unsymmetrical reflectors and might inject from another refracting interface.
- 29] Invention of claim 16 is characterized by creating at least two reflectors of two or more of said rotation unsymmetrical reflectors by one by mold shaping in invention of claim 1 or any 1 term of 11-15.
- 30] Invention of claim 17 is set to invention of claim 1 or any 1 term of 11-16. A principal point location of whenever [ by the side of an image display panel when developing said catoptric system around a center line which connects a center of said image display panel and a center of image information on a screen side / AJIMUSU xi ] is set to  $H(\alpha+90 \text{ degrees})-H(\alpha)/H(\alpha) < 0.2 \dots (1)$  is characterized by satisfying becoming conditions.
- 31] Invention of claim 18 is set to invention of claim 1 or any 1 term of 11-17. An angle of a center line which connects a center of said image display panel and a center of image information on a screen side, and a normal of said screen to make is set to theta. When a focal distance of whenever [ AJIMUSU / when developing said catoptric system around this center line / xi ] is set to  $f(\alpha)$  and AJIMUSU showing a field containing this center line and a normal of said screen is set to alpha, it is  $|1-\cos\theta f(\alpha)/f(\alpha+90 \text{ degrees})| < 0.2 \dots (2)$  is characterized by satisfying becoming conditions.
- 32] A projection mold display of invention of claim 19 carries out the light guide of the flux of light based on an image display panel to any 1 term of claims 1-18 on a screen side using an incident light study system of a publication, and it is characterized by forming image information in this screen side.
- 33] A projection mold display of invention of claim 20 carries out the light guide of the flux of light based on an image display panel to a screen of a transparency mold through one or more plane mirrors using an incident light study system given in any 1 term of claims 1-18, and it is characterized by forming image information in this screen side.
- 34] [ embodiment of the Invention] Before starting explanation of this operation gestalt, the common matter of how to express the configuration item of an operation gestalt and the whole operation gestalt is explained.
- 35] Drawing 17 is explanatory drawing of the system of coordinates which define the configuration data of the optical system of this invention. With the operation gestalt of this invention, the i-th field is made into the i-th page with one light (the alternate long and short dash line in drawing 17 shows, and it is called reference-axis light) which goes to the image surface from a body side.
- 36] Setting to drawing 17, R1 is a refracting interface and the 2nd the 1st page. A field R2 is the 1st. The reflector 1 the 3rd A field R3 and the 4th A field R4 is a shift, the reflector by which the tilt was carried out, and the 5th to the front face. A field R5 is the 4th. They are a shift and the refracting interface by which the tilt was carried out to a field R4. [ by which the tilt was carried out to the field R1 ] The 1st A field R1 to the 5th Each field to a field R5 is constituted on one optical element which consists of media, such as glass and plastics, and is used as the 1st optical



nent B1 in drawing 17 .

37] Therefore, the body side which is not illustrated with the configuration of drawing 17 to the 1st The medium to a 1 R1 is air and the 1st. A field R1 to the 5th It is a certain common medium and the 5th up to a field R5. The 6th ch is not illustrated [ a field R5 to ] The medium to a field R6 consists of air.

38] The optical system of this invention is Off-Axial. Since it is optical system, each field which constitutes optical em does not have a common optical axis. Then, the absolute coordinate system which makes the center of the 1st e a zero first in the operation gestalt of this invention is set up.

39] And in the operation gestalt of this invention, while making the central point of the 1st page into a zero, the path he light (reference-axis light) passing through a zero and the center of the last image formation side is defined as the rrence axis of optical system. Furthermore, the reference axis in this operation gestalt has a direction (sense). The action is a direction where reference-axis light advances on the occasion of image formation.

40] In the operation gestalt of this invention, although the reference axis used as the criteria of optical system was set as mentioned above, how to decide the shaft used as the criteria of optical system should just adopt a shaft venient on adjustment of aberration or when expressing each field configuration which constitutes optical system on optical design. However, the path of the light which generally passes along the center of the image surface, or the ter of the 1st page of drawing, an entrance pupil, an exit pupil, or optical system or the center of the last side is set as reference axis used as the criteria of optical system.

41] that is, the operation gestalt of this invention -- setting -- a reference axis -- the central point of the 1st page -- a sage -- the last image formation side -- the path which the light (reference-axis light) which results to a center acts for which and reflects according to each refracting interface and a reflector is set as a reference axis. The uence of each side is set as the sequence that reference-axis light receives refraction and reflection.

42] Therefore, finally a reference axis arrives at the center of the image surface, changing the direction according to action or the law of reflection in accordance with the sequence of each set-up field.

43] All are carrying out the tilt of the tilt side which constitutes the optical system of each operation gestalt of this ention in the same side fundamentally. Then, each shaft of an absolute coordinate system is defined as follows.

44] Z Shaft : the straight line passing through a zero and a body side center. Y which makes positive the direction ich goes to R1 the 1st page from a body side Shaft: Pass along a zero and it is Z in a tilt side (inside of the space of wing 17 ). Straight line X which makes 90 degrees counterclockwise to a shaft Shaft: Pass along a zero and they are nd Y. Straight line perpendicular to each shaft (straight line perpendicular to the space of drawing 17 )

Moreover, in order to express the page [ i-th ] field configuration which constitutes optical system, the local system of rordinates which make a zero the point that the i-th page intersects a reference axis are set up, and since it is easy to lerstand when the direction which expressed the field configuration of the field with local system of coordinates ognizes a configuration, a page [ i-th ] field configuration is expressed with local system of coordinates rather than it tes the configuration of the field in an absolute coordinate system.

45] Moreover, the tilt angle in page [ i-th ] YZ side is Z of an absolute coordinate system. It expresses with angle tai (unit \*\*) which made the direction of a counterclockwise rotation positive to the shaft. Therefore, with the rration gestalt of this invention, the zero of the local coordinate of each field is on YZ plane in drawing 17 . Moreover, there is no eccentricity of the field in XZ and XY side. Furthermore, local coordinate of the i-th page (x y, z) nd z A shaft is an absolute coordinate system (X, Y, Z). It receives and is angle thetai in YZ side. It leans and cifically sets up as follows.

46] z Shaft : pass along the zero of a local coordinate and it is Z of an absolute coordinate system. It sets in YZ side a direction, and is angle thetai to a counterclockwise rotation. Straight line y to make The zero of a local coordinate aft : [ Passage, ] z Straight line x which makes 90 degrees counterclockwise in YZ side to a direction The zero of a al coordinate Shaft : [ Passage, ] A perpendicular straight line and perpendicular Di are the i-th page and \*\* (i+1) to side. The scalar quantity showing the gap between the zeros of the local coordinate of a field, Ndi, and nudi are the ractive indexes and the Abbe numbers of a medium between the i-th page and a \*\* (i+1) side.

47] Here, the spherical surface is : [0048] which is the configuration expressed with the following formulas. quation 1]

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \left\{1 - (x^2 + y^2)/R_i^2\right\}^{1/2}}$$

49] It has the unsymmetrical aspheric surface beyond the whole surface. moreover, the optical system of this rvention -- at least -- rotation -- The configuration by the following formulas : to express -- the  $z = C0y^2 + C20$

C03y3+C21 x2y+C04y4+C22 x2y2+C40x4+C05y5+C23 x2y3+C41x4 y+C06y6+C24 x2y4+C42x4y2+C60x6  
ve-mentioned curved surface type -- x It is related. Since it is only the eventh term, the curved surface specified by  
above-mentioned curved surface type is a configuration symmetrical with a field which makes yz side plane of  
metry. When the following conditions are furthermore fulfilled, a symmetrical configuration is expressed to xz side.

50] It is  $C02 = C20$  to  $C03 = C21 = t = 0$  pan. When  $C04 = C40 = C22/2$   $C06 = C60 = C24/3 = C42/3$  is filled, a  
figuration symmetrical with rotation is expressed. When not fulfilling the above conditions, it is a configuration  
metrical with nonrotation.

51] Next, each operation gestalt of this invention is explained.

52] Drawing 1 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 1 of the projection mold display  
ich used the incident light study system of this invention.

53] In drawing 1, LV is the light valve (image display panel) which used reflective mold dot-matrix liquid crystal, a  
ital micro mirror device, etc. L is an illumination system which illuminates light to a light valve LV. The  
mination system L consists of the filter which chooses a lamp, a condenser lens, and wavelength. 1 is an incident  
it study system using off axial \*\* for carrying out the light guide of the light by which light modulation was carried  
with the light valve LV to Screen S, and forming an image on the Sth page of a screen. Drawing 2 is the enlarged  
w of the incident light study system 1 of drawing 1, and a light valve LV and an illumination system L.

54] The incident light study system of drawing 2 has two or more rotation unsymmetrical reflectors which have  
vature, the flux of light from an image display panel repeats reflection in two or more rotation unsymmetrical  
ectors, and it is projected by the screen, and although the case where it consists of the catoptric system which  
nects a real image on the field is shown, an incident light study system may be constituted so that it may have the  
s system and other catoptric system other than the catoptric system shown in drawing 2.

55] In drawing 1 and drawing 2, catoptric system 1 consists of a drawing SS and six reflectors of concave mirror  
, convex mirror R2, concave mirror R3, convex reflector R4, convex mirror R5, and a concave mirror R6 in order of  
sage of the light from a light valve LV. All reflectors are symmetrical fields only to YZ plane. The intermediate  
jection of the image based on a light valve LV is carried out between the convex mirror R5 and the concave mirror  
here, and image formation of the drawing SS is carried out in the location SSa of the concave mirror R6  
ghborhood. That is, image formation of a pupil is carried out in the concave mirror R6 neighborhood. This location  
a serves as a pupil by the side of Screen S. It extracts here, and image formation of the SS is once carried out as a real  
ge according to the optical system by the side of Screen S, and the image formation scale factor at this time is a  
gative scale factor. Thus, with this operation gestalt, by taking the configuration which it extracts, and the image of  
extracts and carries out image formation of a negative scale factor from a location according to the optical system by  
side of Screen S (reflectors R1-R5), the light effective diameter of each field was stopped small, and miniaturization  
each optical element, such as a reflector, and the whole optical system is attained.

56] With this operation gestalt, the magnitude of 10.8x19.2mm and Screen S of the magnitude of a light valve LV is  
inches (747x1328mm) of an aspect ratio 9:16. Moreover, the normal Sa of Screen S leans 42 degrees to the reference  
s A. Hereafter, the configuration data of catoptric system used for this example is shown. By configuration data, the  
nber is given to each field from the Sth page to [ extracts and ] the image surface (screen side) in order.

e diameter of drawing 9.00i Yi Zi thetai Di Ndi nudi1 0.00 0.00 0.00 32.26 1 Drawing 2 0.00 32.26 17.67 45.33 1  
flector 3 -26.22 -4.71 8.29 46.47 1 Reflector 4 -41.18 39.28 17.39 45.51 1 Reflector 5 -77.79 12.25 14.50 59.90 1  
flector 6 -102.68 66.73-2.06 102.23 1 Reflector 7-138.37 -29.06-4.71980.17 1 Reflector 8 -635.29 836.51 12.141  
age surface Aspheric surface configuration R1 page C02=-4.49687e-03C20=-4.86771e-03 C03=5.69210e-  
C21=1.24178e-05 C04=-1.51960e-07 C22=-2.54883e-07 C40=-1.42672e-07 C05=-2.46793e-10 C23=-4.09563e-09  
1=-1.82622e-09 C06=-6.21629e-11 C24=-1.54069e-10 C42=-2.02039e-10 C60=-7.59135e-12R2 page C02=-  
3809e-03 C20=-3.25444e-03 C03= 4.17013e-05 C21= 1.32567e-04 C04=-9.98623e-07 C22=-1.51987e-06 C40=-  
5744e-07 C05= 1.30709e-08 C23=-9.55779e-09 C41=-1.73083e-08 C06=-5.65529e-10 C24=-6.97342e-11 C42=-  
0573e-10 C60=-2.13646e-11R3 page C02=-1.30032e-03 C20=-2.56607e-04 C03= 4.43561e-06 C21= 1.32174e-04  
4=-2.62553e-08 C22= 1.00960e-06 C40= 7.68176e-07 C05= 1.74031e-09 C23= 8.37695e-09 C41= 1.20650e-08  
6=-1.36927e-11 C24= 1.74384e-10 C42= 2.96519e-10 C60=6.13742e-11R4 page C02=-1.66701e-03 C20=-  
5447e-03 C03= 2.01207e-05 C21= 2.02910e-04 C04= 4.13482e-07 C22=-1.01346e-06 C40= 5.37830e-07 C05=  
9426e-10 C23= 2.13758e-08 C41= 2.22534e-09 C06=-1.10132e-10 C24=-4.19386e-10 C42=-3.64616e-10 C60=-  
7667e-10R5 page C02=-3.70314e-04 C20=-2.44681e-03 C03= 1.34521e-06 C21= 3.26044e-05 C04= 3.10235e-07  
2= 1.40380e-08 C40=-7.66155e-08 C05= 1.21219e-09 C23= 1.33276e-08 C41= 2.02925e-09 C06=-7.87877e-11  
4= 1.31044e-10 C42= 5.22698e-11 C60=-1.13702e-11R6 page C02= 3.77979e-03 C20= 5.98505e-03 C03=-



7953e-05 C21=-3.81115e-05 C04= 9.47079e-08 C22= 1.91802e-07 C40=-2.34207e-07 C05= 5.93045e-10 C23= 2327e-09 C41= 4.88138e-09 C06=-1.73838e-11 C24=-7.00697e-12 C42=-5.86393e-11 C60=1.15306e-11 Next, the optical operation in the optical system of this operation gestalt is explained. The light generated from the light source LP in illumination system L illuminates a light valve LV through a non-illustrated condenser lens, a color filter, etc., the light by which light modulation was carried out with the light valve LV is condensed by catoptric system 1, the light of it is carried out to a screen, and the image based on a light valve LV projects it.

57] Drawing 4 shows the evaluation location which evaluates the defocusing property on Screen S, and the amount of ambient light. The situation of the distortion of the incident light study system 1 of this operation gestalt is shown in wing 3, and the defocusing property in the location of image position [ on Screen S ] \*\*, \*\*, \*\*, \*\*, and \*\* is shown in rawing 5. A big distortion does not have the incident light study system 1 of this operation gestalt, and there is also an unsymmetrical distortion as it is understood, if drawing 3 is seen. Each graph showing the defocusing property of wing 5 shows MTF of one frequency/mm in the range of -25cm - 25cm from a screen in a reference-axis top, a continuous line is the contrast value of the direction of y in the local coordinate on a screen, and the dashed line expresses the contrast value of the x directions of the local coordinate on a screen. In each image position, MTF has a peak on a screen from this drawing, that is, it turns out that the focus suits on a screen. Moreover, the contrast value has varied about 50% in each image position.

58] Moreover, the quantity of light ratio in the image position of location [ on the diagonal line in the screen shown in rawing 4 ] \*\*, \*\*, \*\*, \*\*, and \*\* is as follows (the quantity of light of location \*\* is set to 100).

59] = a difference is hardly looked at by 94.8, \*\*=95.3, \*\*=100, \*\*=94.2, \*\*=91.8, thus quantity of light distribution.

60] In the catoptric system used with this operation gestalt, it becomes \*\*\*\*\* and the following values about zero (MUSU developed around the reference axis, the focal distance f1 in 90 degrees (0), f1 (90), and the principal point location H1 by the side of a light valve LV (0) and H1 (90). However, zero AJIMUSU is AJIMUSU which contains image position \*\*, \*\*, and \*\* in drawing 4, and 90 AJIMUSU is AJIMUSU which contains image position \*\* and \*\* in rawing 4. Moreover, the principal point location makes positive the direction to which light goes on the basis of a concave mirror R1.

61] The value by f1(0) = -17.83, f1(90) = -13.7, H1(0) = -132.72, and -128.764 therefore the above-mentioned (1) and (90) = (2) type | H(90)-H(0) / H(0) | = 0.03 < 0.2 ... (1) | 1-cos (42 degrees) and f(0) / f(90) | = 0.03 < 0.2 ... It is set to (2) degrees is an angle which the normal Sa of Screen S and a reference axis A make here.).

62] In this operation gestalt, the direction with few AJIMUSU dependencies is [ about a light valve LV, / a shift or even / since a tilt is carried out / catoptric system 1 is seen from a light valve LV / few AJIMUSU dependencies ] to a reference axis A, that is, is desirable in a principal point location. With this operation gestalt, it can be said with the use of (1) type showing that there are few AJIMUSU dependencies of a principal point location. When the value of type is large, aberration amendment will become difficult, if asymmetric aberration will occur mostly and becomes more preferably on aberration amendment. Drawing 13 expresses the screen section in the condition of drawing 13. In drawing 13, the screen and S' to which a reference axis and S inclined in A are a plane perpendicular to a reference axis A, and, as for Screen S and field S', only the angle theta leans. Originally image formation of the image face of the light valve LV by which expansion projection was carried out by catoptric system 1 is carried out on field S'. When it develops around a reference axis A and plane S' perpendicular to a reference axis estimates an evaluation as indicated by JP,09-5650,A, the amount of paraxials shows the same value by AJIMUSU xi and xi+180 degree of AJIMUSU. Therefore, the amount of paraxials expressed with JP,09-5650,A does not necessarily start the inclination of image surface. That is, since the aberration from which a focus location shifts has occurred as they will separate from the intersection of Screen S and field S', if a curvature of field and aberration of the same kind state in detail, the image surface can be interpreted as inclining. Since scale-factor betay' of the direction of y in field S' which is an evaluation side can be considered that scale-factor betay in Screen S was projected when it interprets like this, in order to maintain an aspect ratio on Screen S, it is necessary to fill the following relation.

63] a y = beta y' / cos theta = beta x (refer to drawing 14)

Therefore, [0064]

Equation 2]

$$\beta x = \cos \theta = \frac{(f(0) - ss'(0)) / f(0)}{(f(90) - ss'(90)) / f(90)} = \frac{f(90)}{f(0)}$$

65] Here, SS' (0) and SS' (90) are the distance from the principal point location by the side of the screen S of the

catoptric system in AJIMUSU 0 degree and 90 degrees to Screen S. In the top type, with this operation gestalt, since it is approximated as  $SS'(0) \approx SS'(90)$ , it approximated as  $SS'(0) \approx SS'(90)$ . That is, that types are small is the conditions at which an aspect ratio is maintained. (2) If the value of a formula becomes larger than 0.2, distortion will become large and aberration amendment will become difficult. Moreover, when drawing is put on the pupil SSa by the side of a screen, since a difference will appear in brightness by the upper and lower sides of a screen if drawing is formed in this location, since the optical path length passing through the upper part of a screen is longer from the optical path length who passes along the screen lower part, it is not desirable.

66] He is trying to satisfy at least one side in this operation gestalt among the above-mentioned (1) and (2) types.

67] With this operation gestalt, although drawing was formed between display-panel (light valve) LV and catoptric system 1, this operation gestalt is not restricted to this. Although the rotation unsymmetrical reflector is used as a face reflector with this operation gestalt, the optical block which formed the rotation unsymmetrical reflector on the face of the transparent body as indicated by JP,8-292372,A, JP,9-222561,A, JP,9-258105,A, etc. may be used. Furthermore, mold shaping of two or more rotation unsymmetrical surface reflectors may be carried out at one. With this operation gestalt, although the 6th page of a rotation unsymmetrical reflector is used, there may be a reflector how may not only in the 6th page. However, a certain thing is desirable at least three or more sheets on aberration amendment. Moreover, to a certain plane, although a rotation unsymmetrical reflector is a symmetrical configuration, it is not restricted to this.

68] Drawing 6 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 2 of the projection mold display of this invention. In drawing 6, LL is an illumination system which illuminates light to a light valve LV 1. 2 is the catoptric system using off axial \*\* for projecting the light by which light modulation was carried out with the light valve LV 1 on Screen S. Drawing 7 is the detail drawing of the catoptric system 2 and the illumination system LL of drawing 6. In drawing 6 and drawing 7, the light valve and M (M1-M5) to which LV1 changes from transparency mold dot-matrix liquid crystal etc. are a plane mirror or a dichroic mirror, L2 is the light source and P is a dichroic prism. SS is a wing.

69] In drawing 6 and drawing 7, catoptric system 2 consists of concave mirror R1 and a convex mirror R2, a wing SS, and six reflectors of concave mirror R3, convex reflector R4, convex mirror R5, and a concave mirror R6 in order of passage of the light from a dichroic prism P. All reflectors are symmetrical fields only to YZ plane. The immediate projection of the image based on a light valve LV 1 is carried out between the convex mirror R5 and the concave mirror R6 here, and image formation of the drawing SS is carried out in the concave mirror R6 neighborhood. That is, image formation of a pupil is carried out in the concave mirror R6 neighborhood. Thus, by taking the configuration which the image of drawing SS extracts and carries out image formation of a negative scale factor from a projection according to the optical system by the side of a screen (R3-R6), the light effective diameter of each field was reduced small, and miniaturization of each optical element and the whole optical system is attained.

70] Moreover, convex mirror R2 and the concave mirror R1, concave mirror R3 and convex mirror R5, and convex reflector R4 are constituted by mold shaping etc. in one, respectively.

71] In this operation gestalt, the magnitude of 12.82x22.8mm and Screen S of the magnitude of a light valve LV 1 is 1.5 inches (747x1328mm) of an aspect ratio 9:16. Moreover, the normal Sa of Screen S leans 42 degrees to the reference surface A. Hereafter, the configuration data of catoptric system used for this operation gestalt is shown.

Drawing Elliptical major axis 10mm Minor axis 8mm Body side NA0.14i Yi Zi thetai Di Ndi nudi1 0.00 0.00 0.00 0.00 1.51633 0.00 Refracting interface 2 0.00 40.00 0.00 94.44 1 Refracting interface 3 0.00 134.44 24.10 62.00 1 Reflector 4-46.22 93.12 3.20 20.00 1 Reflector 5 -59.55 108.03 -41.80 66.05 1 Drawing 6 -103.58 157.27 -5.43 65.00 1 Reflector 7 -137.00 101.52 -1.5460.951 reflector 8 -171.10 152.04 -4.02 112.93 1 Reflector 9-220.57 50.52 5.48 969.57 Reflector 10-466.94 969.57 26.99 1 Image surface Aspheric surface configuration R1 page C02=-3.44101e-03 C20=-8.8807e-03 C03=3.00440e-07 C21=2.78030e-06 C04=-7.01756e-08 C22=-1.74221e-07 C40=-1.12497e-07 C05=-7.294e-10 C23=8.12098e-11 C41=3.12082e-10 C06=-3.83615e-12 C24=-1.10477e-11 C42=-1.44544e-11c60=-4.330e-12R2 page C02=-1.77378e-03 C20=-5.41577e-03 C03=5.41708e-06 C21=7.40562e-05 C04=-1.76494e-07 C22=-8.51854e-07 C40=-3.39088e-07 C05=1.36936e-09 C23=1.39948e-08 C41=1.57616e-08 C06=-1.31153e-11 C24=-1.03951e-10 C42=-3.22676e-10c60= 5.17060e-11R3 page C02=-4.06842e-04 C20=4.21014e-04 C03=-1.71357e-07 C21=5.33947e-05 C04=1.45062e-07 C22=-1.23899e-07 C40=5.80084e-07 C05=-5.71252e-10 C23=6.97038e-09 C24=1.25680e-08 C06=6.89521e-13 C24=3.16751e-12 C42=2.25270e-10c60=8.97051e-11R4 page C02=1.20784e-03 C20=2.06883e-03 C03=-1.40533e-05 C21=4.44511e-05 C04=1.42042e-07 C22=-1.75304e-09 C40=1.84753e-07 C23=9.01218e-10 C23=1.46871e-09 C41=2.53895e-10 C06=-4.31366e-12 C24=-8.79849e-12 C42=-1.82599e-12c60=-0.0585e-12R5 page C02=2.70769e-03 C20=1.00819e-03 C03=5.68901e-06 C21=3.16537e-05 C04=4.86535e-07 C22=-9.16386e-08 C40=4.00354e-08 C05=-1.21193e-09 C23=-6.83278e-10 C41=1.45772e-09 C06=5.47807e-12

$\lambda = -1.36131e-10$   $C42 = -9.34573e-11$   $c60 = -7.03592e-13$   $R6$  page  $C02 = 3.62336e-03$   $C20 = 5.17427e-03$   $C03 = -1.38973e-03$   $C21 = -2.14069e-05$   $C04 = 1.47678e-07$   $C22 = 1.65634e-07$   $C40 = -4.61086e-08$   $C05 = -1.05417e-09$   $C23 = -7.54144e-10$   $C06 = 5.56347e-12$   $C24 = 5.18352e-12$   $C42 = -1.00483e-12$   $c60 = 7.76995e-12$  Next, the optical ration in this operation gestalt is explained. The light generated from the light source L2 of an illumination system passes along the reflecting mirror M of two or more sheets, and is divided into the three primary colors of R(red) G (green) B (blue). And R, G, and B each colored light passes along the light valve LV 1 corresponding to each, and is impounded with a dichroic prism P, and a light guide is carried out on Screen S by catoptric system 2. The image (or picture) based on a light valve LV 1 projects on a screen by catoptric system. The defocusing property in the situation of image position [ on the screen / in / for the situation of the distortion of the incident light study system 2 of operation gestalt / drawing 4 / S ] \*\*, \*\*, \*\*, and \*\* is shown in drawing 8 at drawing 9 . A big distortion does not have the incident light study system 2 of this operation gestalt, and there is also little unsymmetrical distortion as it is understood, if drawing 8 is seen. Each graph showing the defocusing property of drawing 9 shows MTF of one frequency/mm in the range of -25cm - 25cm from a screen in a reference-axis top, a continuous line is the contrast value in the direction of y in the local coordinate on a screen, and the dashed line expresses the contrast value of the x sections of the local coordinate on a screen. In each image position, MTF has a peak on a screen from this drawing, that is, it turns out that the focus suits on a screen. Moreover, the contrast value has secured about 50% in each image position.

72] Moreover, the quantity of light ratio in the image position of \*\* on the diagonal line in the screen shown in drawing 4 , \*\*, \*\*, \*\*, and \*\* is as follows (the quantity of light of \*\* is set to 100).

73] = a difference is hardly looked at by 96.5, \*\*=101.2, \*\*=100, \*\*=102.9, \*\*=105.5, thus quantity of light distribution.

74] In the catoptric system used with this operation gestalt, it becomes \*\*\*\*\* and the following values about zero MUSU developed around the reference axis, the focal distance  $f_1$  in 90 degrees (0),  $f_1$  (90), and the principal point location H1 by the side of a light valve LV 1 (0) and H1 (90). However, zero AJIMUSU is AJIMUSU which contains image position \*\*, \*\*, and \*\* in drawing 4 , and 90 AJIMUSU is AJIMUSU which contains image position \*\* and \*\* in drawing 4 . Moreover, the principal point location makes positive the direction to which light goes on the basis of a cave mirror R1.

75]  $f_1(0) = -19.81$ ,  $f_1(90) = -15.25$ ,  $H_1(0) = -140.15$ ,  $H_1(90) = -135.79$ , therefore  $|(H(90)-H(0))/H(0)| = 0.03 < 0.2 \dots$   $|1 - \cos(42 \text{ degrees}) f(0) / f(90)| = 0.03 < 0.2 \dots$  It is set to (2) (42 degrees is an angle which the normal Sa of Screen S make here.). .

76] It is more desirable for there to be no AJIMUSU dependency, a shift or when catoptric system 2 is seen from a light valve LV 1, that is, for there to be no AJIMUSU dependency in a principal point location about a light valve LV 1, a reference axis A, in this operation gestalt, since a tilt is carried out. With this operation gestalt, it can be said with the value of (1) type showing that there are few AJIMUSU dependencies of a principal point location. When the value of (1) type is large, aberration amendment will become difficult, if asymmetric aberration will occur mostly and comes 0.2 or more preferably on aberration amendment. Moreover, since (2) types are small, the aspect ratio on a screen is maintained. (2) If the value of a formula becomes larger than 0.2, distortion will become large and aberration amendment will become difficult. Moreover, when drawing is put on the pupil by the side of Screen S, since the optical path length passing through the upper part of a screen differs from the optical path length who passes along the screen lower part, if drawing is formed in this location, a difference will come to brightness by the upper and lower sides of a screen by appearance.

77] With this operation gestalt, although it extracted and SS was prepared between the rotation unsymmetrical reflector R2 and the rotation unsymmetrical reflector R3, this operation gestalt is not restricted to this. Although the rotation unsymmetrical reflector is used as a surface reflector with this operation gestalt, the optical block which formed rotation unsymmetrical reflector on the surface of the transparent body as indicated by JP,8-292372,A, JP,9-561,A, JP,9-258105,A, etc. may be used.

78] Furthermore, with this operation gestalt, although convex mirror R2 and the concave mirror R1, concave mirror and convex mirror R5, and convex reflector R4 are constituted by mold shaping etc. in one, respectively, limitation is not carried out to this. Although the 6th page of a rotation unsymmetrical reflector is used with this operation gestalt, reflector may be not only the 6th page but how many. However, a certain thing is desirable at least three or more sets on aberration amendment. Moreover, to a certain plane, although a rotation unsymmetrical reflector is a symmetrical configuration, it is not restricted to this.

79] Drawing 10 is the important section schematic diagram of the operation gestalt 3 of the projection mold display

his invention. It differs in that this operation gestalt applied the incident light study system to the back projection and display in preparation for the inside of the case K which formed the transparency mold screen S in the front face compared with the operation gestalt 2 of drawing 6 . It is turned up by the plane mirror MM1 and the plane mirror MM2, and the flux of light from catoptric system 2 is projected on the screen S of a transparency mold. Thus, depth of equipment is made small by using the incident light study system aslant projected on Screen S. In this case, the more the length of a reference axis and a screen is large, the more the depth of equipment can be contracted.

30] In this example, although the optical path is bent by two mirrors of the plane mirrors MM1 and MM2, this operation gestalt is not limited to this, but may use two or more two or more mirrors.

31] In the projection mold display which carries out slanting projection as mentioned above according to each operation gestalt of this invention The catoptric system which it has the 3rd [ or more ] page of the rotation unsymmetrical reflector which has curvature, and the flux of light from an image display panel repeats reflection in said system, and between a rotation unsymmetrical reflector and reflectors, Or by constituting so that drawing may be formed between catoptric system and a display panel, the image of drawing may extract and image formation of a relative scale factor may be carried out according to the optical system by the side of a screen from a location Attaining miniaturization of equipment, an ambient light quantitative ratio can be secured and the projection mold display of a slanting projection of a dilation ratio can be obtained. Furthermore, though it is slanting projection by constituting that image formation of the image surface by which expansion projection is carried out on a screen side may be aslant projected out to a reference axis, and setting a focal distance, a principal point location, etc. which are developed at the circumference of a reference axis as a suitable value according to this operation gestalt, the quantity of light in a screen can be mostly made into homogeneity, a keystone distortion can be held down to distortion and the Lord, and a good projection image can be obtained.

32] [Effect of the Invention] Attaining the miniaturization of equipment by setting up each element as mentioned above according to this invention, many ambient light quantitative ratios can be secured, and the projection mold display using incident light study system and it using the method of high slanting projection of a dilation ratio can be attained.

---

translation done.]

OTICES \*

an Patent Office is not responsible for any  
ages caused by the use of this translation.

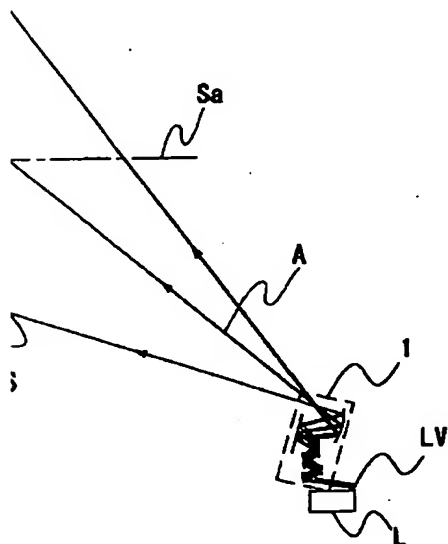
his document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\* shows the word which can not be translated.

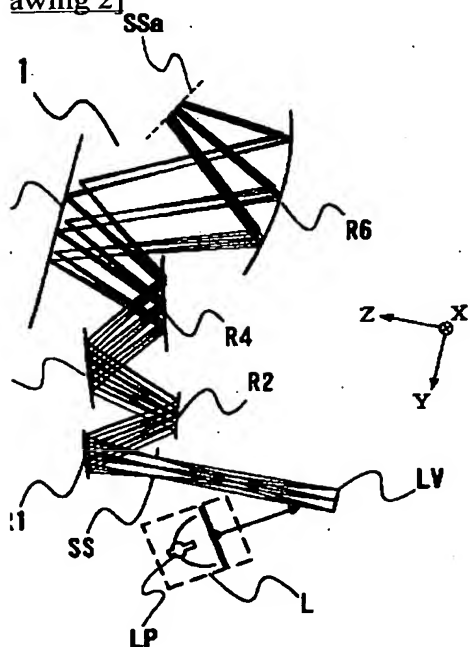
the drawings, any words are not translated.

AWINGS

awing 1]



awing 2]



awing 3]

://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran\_web\_cgi\_ejje

3/11/2004

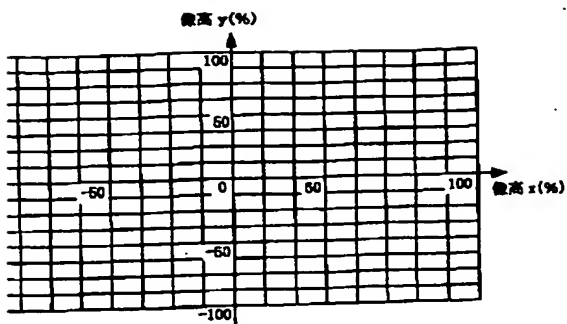


Figure 4]

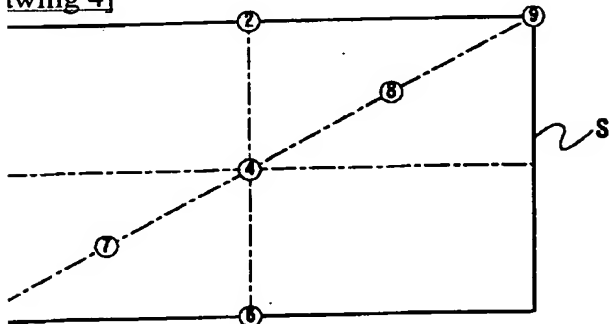


Figure 5]

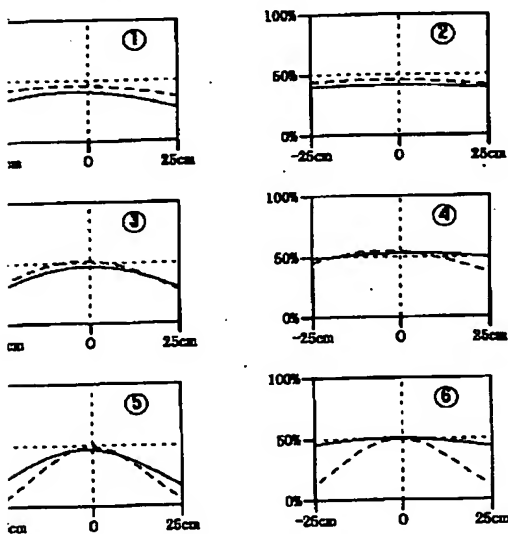
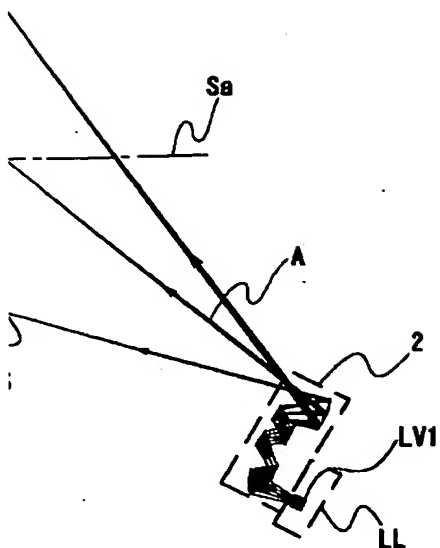
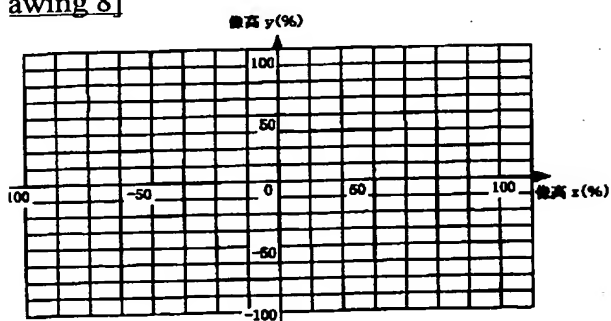


Figure 6]

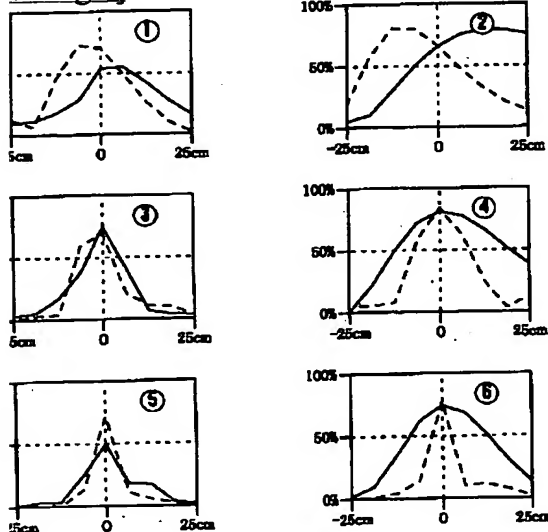




rawing 8]



rawing 9]



rawing 7]

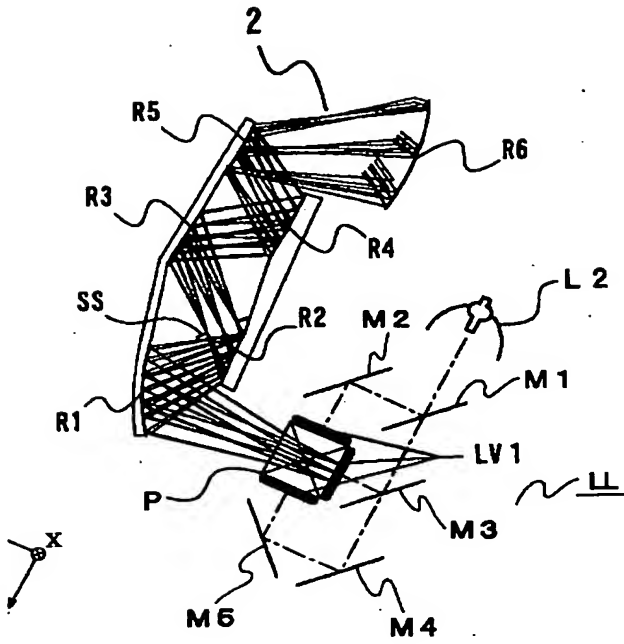


Figure 10]

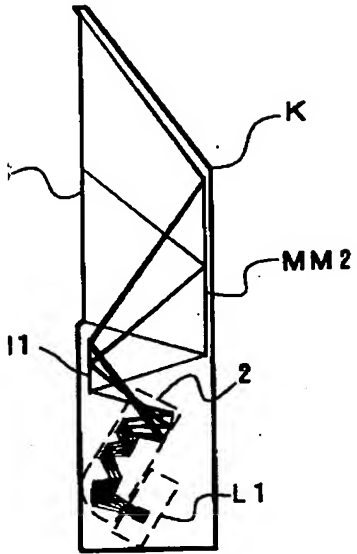
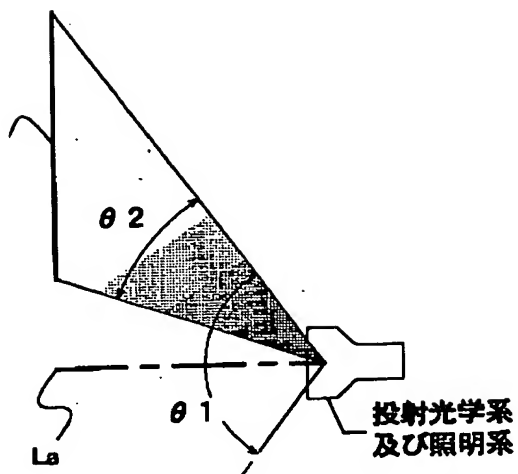
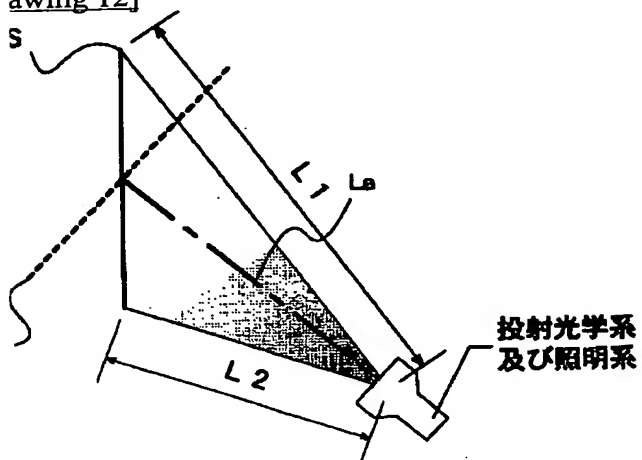


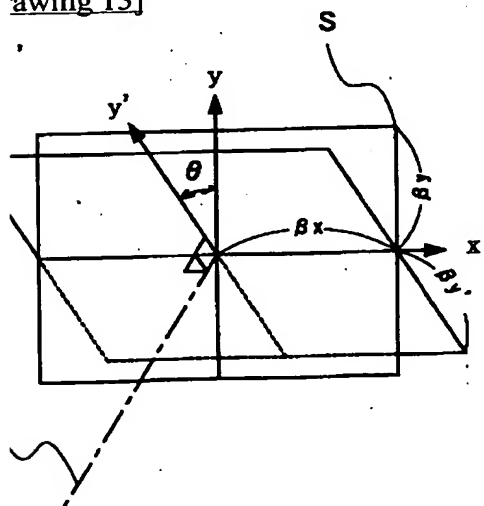
Figure 11]



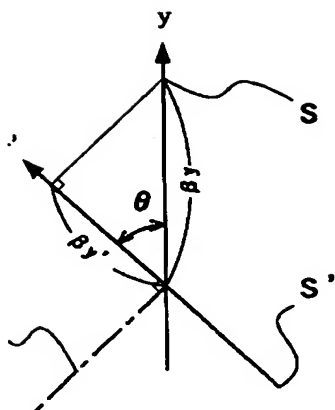
rawing 12]



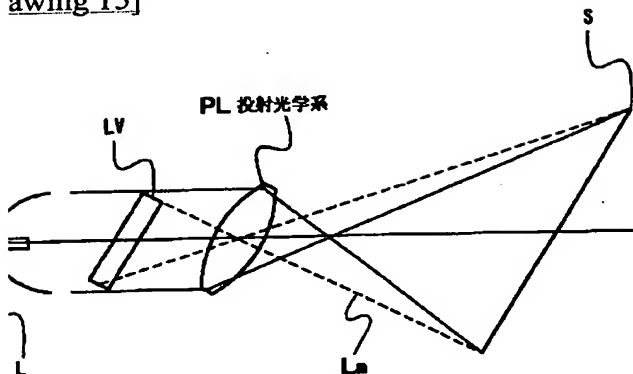
rawing 13]



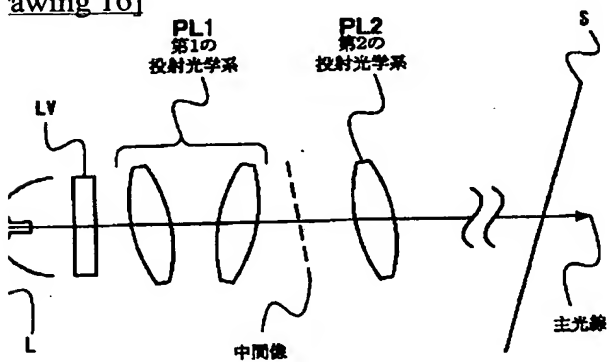
rawing 14]



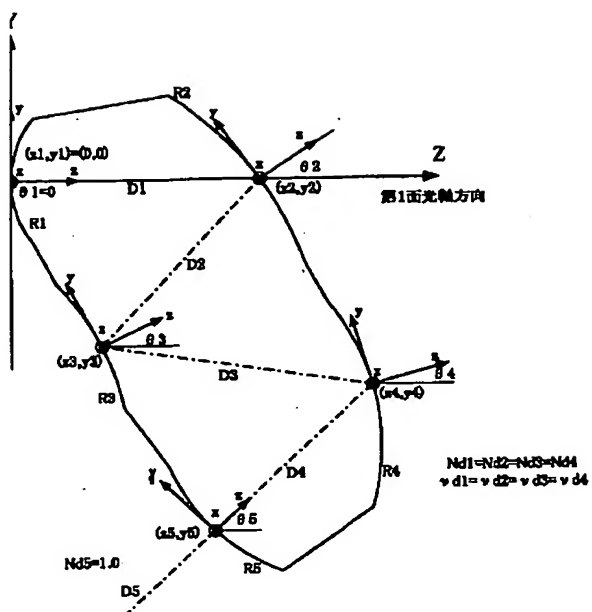
awing 15]



awing 16]



awing 17]



anslation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-255462

(P2001-255462A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 B 17/00		G 0 2 B 17/00	A 2 H 0 8 7
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 8 8
G 0 3 B 21/10		G 0 3 B 21/10	Z 5 C 0 5 8
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 K 5 G 4 3 5
H 0 4 N 5/64	5 0 1	H 0 4 N 5/64	5 0 1 D 9 A 0 0 1

審査請求 有 請求項の数20 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-65404(P2000-65404)

(22) 出願日 平成12年3月9日(2000.3.9)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 須永 敏弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

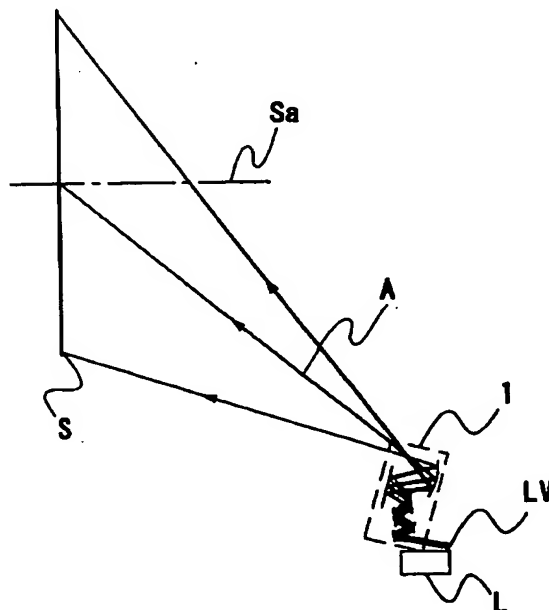
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 装置の小型化を図りつつ、周辺光量比を確保し、かつ拡大率の高い斜め投射方式を用いた投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置を得ること。

【解決手段】 画像表示パネルからの光束を基準軸に対して傾斜したスクリーン面上に導光して、該スクリーン面に画像情報を形成する為の投射光学系において、該投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、該画像表示パネルからの光束が該複数の回転非対称反射面で反射をして該スクリーン面上に導光する反射光学系を有しており、該反射光学系の複数の回転非対称反射面間、又は、該反射光学系と該画像表示パネルの間に絞りを設け、該絞りが該絞り位置より該スクリーン側に配置した光学部材により負の倍率で結像をするように設定していること。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像表示パネルからの光束を基準軸に対して傾斜したスクリーン面上に導光して、該スクリーン面に画像情報を形成する為の投射光学系において、該投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、該画像表示パネルからの光束が該複数の回転非対称反射面で反射をして該スクリーン面上に導光する反射光学系を有しており、該反射光学系の複数の回転非対称反射面間、又は、該反射光学系と該画像表示パネルの間に絞りを設け、該絞りが該絞り位置より該スクリーン側に配置した光学部材により負の倍率で結像するように設定していることを特徴とする投射光学系。

【請求項2】 表示パネルからの光を投射する投射光学系であって、絞りと複数の反射面とを有し、該複数の反射面のうち前記絞りを通過した光が最初に入射する屈折力を有する反射面の屈折力が正であることを特徴とする投射光学系。

【請求項3】 前記屈折力が正の反射面は凹面反射面または回折面であることを特徴とする請求項2の投射光学系。

【請求項4】 前記絞りは前記複数の反射面と前記パネルの間にあるか、前記屈折力が正の反射面と屈折力を有する別の反射面との間にあることを特徴とする請求項2の投射光学系。

【請求項5】 前記屈折力が正の反射面は非球面であることを特徴とする請求項2、3又は4の投射光学系。

【請求項6】 前記複数の反射面は、屈折力を有する非球面反射面を複数含むことを特徴とする請求項5の投射光学系。

【請求項7】 前記屈折力が正の反射面は非回転対称な非球面であることを特徴とする請求項2、3又は4の投射光学系。

【請求項8】 前記複数の反射面は、非回転対称な非球面を持ち且つ屈折力を有する複数の反射面を含むことを特徴とする請求項7の投射光学系。

【請求項9】 前記複数の反射面のうち屈折力を有する複数の反射面の全てが非回転対称な非球面を持つことを特徴とする請求項8の投射光学系。

【請求項10】 屈折力を有するレンズも有することを特徴とする請求項9の投射光学系。

【請求項11】 前記投射光学系は、前記画像表示パネルと前記スクリーンとが非平行の状態で配置されているときに使用されるものであることを特徴とする請求項1の投射光学系。

【請求項12】 前記反射光学系は、前記画像表示パネルからの光束を集光させて、光路中に中間像を結像することを特徴とする請求項1又は11の投射光学系。

【請求項13】 前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは表面反射鏡より成っていることを特徴とする請求項1、11又は12の投射光学系。

【請求項14】 前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは裏面反射鏡より成っていることを特徴とする請求項1、11又は12のいずれか1項の投射光学系。

【請求項15】 前記反射光学系は、透明体の表面に2つの屈折面と曲率を有する前記回転非対称反射面を複数形成し、前記画像表示パネルからの光束が1つの屈折面から該透明体の内部へ入射し、該複数の回転非対称反射面で反射して別の屈折面から射出するように構成された光学ブロックを少なくとも一つ含むことを特徴とする請求項1又は11から14のいずれか1項の投射光学系。

【請求項16】 前記複数の回転非対称反射面の少なくとも2つの反射面はモールド成形により一体で作成されていることを特徴とする請求項1又は11から15のいずれか1項の投射光学系。

【請求項17】 前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心とを結ぶ中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときの画像表示パネル側のアジムス $\phi$ 度における主点位置を $H(\phi)$ とし、該中心線と該スクリーン面の法線を含む面を表すアジムスを $\alpha$ としたとき

$$|H(\alpha+90^\circ)-H(\alpha)|/H(\alpha) < 0.2$$

となる条件を満足することを特徴とする請求項1又は11から16のいずれか1項の投射光学系。

【請求項18】 前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心を結ぶ中心線と前記スクリーンの法線とのなす角を $\theta$ とし、該中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときのアジムス $\phi$ 度における焦点距離を $f(\phi)$ とし、該中心線と前記スクリーンの法線を含む面を表すアジムスを $\alpha$ としたとき

$$|1-\cos\theta f(\alpha)/f(\alpha+90^\circ)| < 0.2$$

となる条件を満足することを特徴とする請求項1又は11から17のいずれか1項の投射光学系。

【請求項19】 請求項1～18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束をスクリーン面上に導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項20】 請求項1～18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束を1つ又は複数の平面ミラーを介して透過型のスクリーンに導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴とする投射型表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投射光学系及びそれをを用いた投射型表示装置に関し、例えば液晶表示素子（液晶パネル）やデジタルマイクロミラーデバイス等の画像表示パネルによって光変調された光束をスクリーン又は壁に導光し、画像情報を形成する液晶プロジェクター（プロジェクション）等の光学機器に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、液晶パネル等の画像表示パネルを光源からの光束により照明し、画像表示パネルで光変調された透過光又は反射光を用いて投影レンズにより、スクリーン又は壁に拡大投射して画像形成する受動型のプロジェクターが種々と提案されている。

【0003】プロジェクションに用いられる投射光学系において、スクリーンと装置との距離を短くするためにスクリーンに対し斜め投射が可能な投射光学系が種々と提案されている。図15は特開平05-100312号公報に開示されている投射光学系の実施例の概略図である。図中、Lは照明系、LVは透過又は反射型ドットマトリックス液晶等を用いたライトバルブである。ライトバルブLVに基づく画像を投射光学系PLによってスクリーンS上に拡大投影し、スクリーンSに映し出す。この発明では投射光学系PLとして大画角の広角レンズを用いて、ライトバルブLV、及びスクリーンSを投射光学系PLの光軸Laに対してシフトして配置し、画角の端の部分を使用して投射することにより斜め投射の光学系を構成している。

【0004】また、図16は特開平05-080418号公報に開示されている投射光学系の実施例の概略図である。図中、Lは照明系、LVは透過又は反射型ドットマトリックス液晶等を用いたライトバルブである。ライトバルブLVに基づく画像を第1の投射光学系PL1によって中間像を形成し、第2の投射光学系PL2によりスクリーンSに拡大投影している。この発明では、第1、2の投射光学系の光軸を適切に傾けることにより、スクリーンSに対し斜めに投射している。

【0005】また、再公表特許W097/01787号には、複数の反射面を用いて斜め方向から画像を投射する投射光学系が開示されている。

【0006】一方、最近、非共軸光学系を利用し、光学系全体の小型化を図った結像系が種々と提案されている。非共軸光学系では、基準軸という概念を導入し構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能であることが、例えば特開平9-5650号公報にその設計法が、特開平8-292371号公報、特開平8-292372号公報にその設計例が示されている。

【0007】こうした非共軸光学系はオフアキシアル光学系（像中心と瞳中心を通る光線に沿った基準軸を考えたとき、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上にない曲面（オフアキシアル曲面）を含む光学系として定義される光学系で、このとき、基準軸は折れ曲がった形状となる）と呼ばれる。このオフアキシアル光学系は、構成面が一般には非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光路の引き回しが比較的自由に行なえる、構成面を一体成形する手法で一体型の光学系を

作りやすいという特徴をも持っている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】特開平05-100312号公報では、光軸に対してライトバルブとスクリーンをシフトさせた投射光学系を用いており、この場合は、図11に示すように、使用する投射光学系の画角の大きさは $\theta 2$ である。しかしながら、使用される投射光学系としてはかなり大きい画角（ $\theta 1$ ）を有した高画角のレンズ系を必要とする。また、通常のレンズ系では光軸Laから画角が大きくなるにしたがって光量が落ちてくる。そのため、高画角のレンズ系を使用すればするほどスクリーンSの特に上下方向で明るさに差が出てしまう。また、光軸LaがスクリーンSの中心に向かうように構成した場合（図12）、通常のレンズ系ではスクリーンS上に像が結像されず光軸Laに垂直な平面S'上に結像される。この様に構成した場合、良く知られているように投影像が台形に歪み、スクリーンSの上下方向でピントがずれてしまう。この像面の傾きを補正する場合、スクリーンSの上部を通る光線の光路L1とスクリーンSの下部を通る光線の光路L2の差を打ち消さなければならない。この差を補正する場合、結像面付近で補正できれば光路L1と光路L2の光路差は縮小されるので補正量は少なく済む。一方、投影像が拡大されたスクリーン側の光学面で補正をする場合、光路L1と光路L2の光路差がそのまま影響する。

【0009】また、特開平05-080418号公報に開示されている装置では、レンズ系をチルトしているだけなので像面を十分に傾けることが難しい。また、チルト量が多すぎると光学性能を確保することが難しくなる。

【0010】再公表特許特許W097/01787号に開示されている反射型ディスプレイ装置における投射光学系は、1枚の凹面鏡と1枚又は2枚の凸面鏡を用いて共軸系を構成し、該凹面鏡と凸面鏡の一部の反射面を用いて画像を斜め方向から投射している。共軸系である為、収差補正が難しく、反射光学系を明るくすること（Fナンバーを小さくすること）が難しい。

【0011】又、投射光学系は反射部材間に絞りを配置した構成を用いている。そして絞りを通過した光束が凸面鏡に入射し、該凸面鏡からの発散光束が次の凸面鏡に入射している。この為、2番目の凸面鏡の有効径が増大する傾向があった。又、このとき2つの凸面鏡は絞りの虚像を形成している。

【0012】本発明は、投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置の提供を目的とする。

【0013】又、更に、明るい投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置の提供を目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の投射光学系は、画像表示パネルからの光束を基準軸に対して傾

斜したスクリーン面上に導光して、該スクリーン面に画像情報を形成する為の投射光学系において、該投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、該画像表示パネルからの光束が該複数の回転非対称反射面で反射をして該スクリーン面上に導光する反射光学系を有しており、該反射光学系の複数の回転非対称反射面間、又は、該反射光学系と該画像表示パネルの間に絞りを設け、該絞りが該絞り位置より該スクリーン側に配置した光学部材により負の倍率で結像するように設定していることを特徴としている。

【0015】請求項2の発明の投射光学系は、表示パネルからの光を投射する投射光学系であって、絞りと複数の反射面とを有し、該複数の反射面のうち前記絞りを通過した光が最初に入射する屈折力を有する反射面の屈折力が正であることを特徴としている。

【0016】請求項3の発明は 請求項2の発明において、前記屈折力が正の反射面は凹面反射面または回折面であることを特徴としている。

【0017】請求項4の発明は請求項2の発明において、前記絞りは前記複数の反射面と前記パネルの間にあるか、前記屈折力が正の反射面と屈折力を有する別の反射面との間にあることを特徴としている。

【0018】請求項5の発明は請求項2、3又は4の発明において、前記屈折力が正の反射面は非球面であることを特徴としている。

【0019】請求項6の発明は請求項5の発明において、前記複数の反射面は、屈折力を有する非球面反射面を複数含むことを特徴としている。

【0020】請求項7の発明は請求項2、3又は4の発明において、前記屈折力が正の反射面は非回転対称な非球面であることを特徴としている。

【0021】請求項8の発明は請求項7の発明において、前記複数の反射面は、非回転対称な非球面を持ち且つ屈折力を有する複数の反射面を含むことを特徴としている。

【0022】請求項9の発明は請求項8の発明において、前記複数の反射面のうち屈折力を有する複数の反射面の全てが非回転対称な非球面を持つことを特徴としている。

【0023】請求項10の発明は請求項9の発明において、屈折力を有するレンズも有することを特徴としている。

【0024】請求項11の発明は請求項1の発明において、前記投射光学系は、前記画像表示パネルと前記スクリーンとが非平行の状態に配置されているときに使用されるものであることを特徴としている。

【0025】請求項12の発明は請求項1又は11の発明において、前記反射光学系は、前記画像表示パネルからの光束を集光させて、光路中に中間像を結像することを特徴としている。

【0026】請求項13の発明は請求項1、11又は12の発明において、前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは表面反射鏡より成っていることを特徴としている。

【0027】請求項14の発明は請求項1、11又は12の発明において、前記複数の回転非対称反射面の少なくとも一つは裏面反射鏡より成っていることを特徴としている。

【0028】請求項15の発明は請求項1又は11から14のいずれか1項の発明において、前記反射光学系は、透明体の表面に2つの屈折面と曲率を有する前記回転非対称反射面を複数形成し、前記画像表示パネルからの光束が1つの屈折面から該透明体の内部へ入射し、該複数の回転非対称反射面で反射して別の屈折面から射出するように構成された光学ブロックを少なくとも一つ含むことを特徴としている。

【0029】請求項16の発明は請求項1又は11から15のいずれか1項の発明において、前記複数の回転非対称反射面の少なくとも2つの反射面はモールド成形により一体で作成されていることを特徴としている。

【0030】請求項17の発明は請求項1又は11から16のいずれか1項の発明において、前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心とを結ぶ中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときの画像表示パネル側のアジマス $\phi$ 度における主点位置を $H(\phi)$ とし、該中心線と該スクリーン面の法線を含む面を表すアジムスを $\alpha$ としたとき

$$|H(\alpha+90^\circ)-H(\alpha)|/H(\alpha) < 0.2 \cdots (1)$$

となる条件を満足することを特徴としている。

【0031】請求項18の発明は請求項1又は11から17のいずれか1項の発明において、前記画像表示パネルの中心とスクリーン面上の画像情報の中心とを結ぶ中心線と前記スクリーンの法線とのなす角を $\theta$ とし、該中心線のまわりに前記反射光学系を展開したときのアジマス $\phi$ 度における焦点距離を $f(\phi)$ とし、該中心線と前記スクリーンの法線を含む面を表すアジムスを $\alpha$ としたとき

$$|1-\cos\theta f(\alpha)/f(\alpha+90^\circ)| < 0.2 \cdots (2)$$

となる条件を満足することを特徴としている。

【0032】請求項19の発明の投射型表示装置は請求項1から18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束をスクリーン面上に導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴としている。

【0033】請求項20の発明の投射型表示装置は請求項1から18のいずれか1項に記載の投射光学系を用いて画像表示パネルに基づく光束を1つ又は複数の平面ミラーを介して透過型のスクリーンに導光し、該スクリーン面に画像情報を形成していることを特徴としている。

【0034】

【発明の実施の形態】本実施形態の説明に入る前に、実

施形態の構成諸元の表し方及び実施形態全体の共通事項について説明する。

【0035】図17は本発明の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。本発明の実施形態では物体側から像面に進む1つの光線（図17中の一点鎖線で示すもので基準軸光線と呼ぶ）に沿ってi番目の面を第i面とする。

【0036】図17において第1面R1は屈折面、第2面R2は第1面R1に対してチルトされた反射面、第3面R3、第4面R4は各々の前面に対してシフト、チルトされた反射面、第5面R5は第4面R4に対してシフト、チルトされた屈折面である。第1面R1から第5面R5までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質で構成される一つの光学素子上に構成されており、図17中では第1の光学素子B1としている。

【0037】従って、図17の構成では不図示の物体面から第1面R1までの媒質は空気、第1面R1から第5面R5まではある共通の媒質、第5面R5から不図示の第6面R6までの媒質は空気で構成している。

【0038】本発明の光学系はOff-Axial 光学系であるため光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、本発明の実施形態においては先ず第1面の中心を原点とする絶対座標系を設定する。

【0039】そして、本発明の実施形態においては、第1面の中心点を原点とすると共に、原点と最終結像面の中心とを通る光線（基準軸光線）の経路を光学系の基準軸と定義している。さらに、本実施形態中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向である。

【0040】本発明の実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すれば良い。しかし、一般的には像面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設定する。

【0041】つまり、本発明の実施形態においては、基準軸は第1面の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が各屈折面及び反射面によって屈折・反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は基準軸光線が屈折・反射を受ける順番に設定している。

【0042】従って基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。

【0043】本発明の各実施形態の光学系を構成するチルト面は基本的にすべてが同一面内でチルトしている。そこで、絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0044】Z軸：原点と物体面中心を通る直線。物体面から第1面R1に向かう方向を正とする

Y軸：原点を通りチルト面内（図17の紙面内）でZ軸に対して反時計回りに90°をなす直線

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図17の紙面に垂直な直線）

又、光学系を構成する第i面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第i面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易い為、第i面の面形状をローカル座標系で表わす。

【0045】また、第i面のYZ面内でのチルト角は絶対座標系のZ軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_i$ （単位°）で表す。よって、本発明の実施形態では各面のローカル座標の原点は図17中のYZ平面上にある。またXZおよびXY面内での面の偏心はない。さらに、第i面のローカル座標(x,y,z)のy,z軸は絶対座標系(X,Y,Z)に対してYZ面内で角度 $\theta_i$ 傾いており、具体的には以下のように設定する。

【0046】z軸：ローカル座標の原点を通り、絶対座標系のZ方向に対しYZ面内において反時計方向に角度 $\theta_i$ をなす直線

y軸：ローカル座標の原点を通り、z方向に対しYZ面内において反時計方向に90°をなす直線

x軸：ローカル座標の原点を通り、YZ面に対し垂直な直線

また、 $D_i$ は第i面と第(i+1)面のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、 $N_{di}$ 、 $\nu_{di}$ は第i面と第(i+1)面間の媒質の屈折率とアッペ数である。

【0047】ここで、球面は以下の式で表される形状である：

【0048】

【数1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \left\{ 1 - (x^2 + y^2)/R_i^2 \right\}^{1/2}}$$

【0049】また、本発明の光学系は少なくとも回転非対称な非球面を一面以上有し、その形状は以下の式により表す：

$$z = C02y^2 + C20x^2 + C03y^3 + C21x^2y + C04y^4 + C22x^2y^2 + C40x^4 + C05y^5 + C23x^2y^3 + C41x^4y + C06y^6 + C24x^2y^4 + C42x^4y^2 + C60x^6$$

上記曲面はxに関して偶数次の項のみであるため、上記曲面により規定される曲面はyz面を対称面とする面対称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合はxz面に対して対称な形状を表す。

$$【0050】C03 = C21 = t = 0$$

さらに

$$C02 = C20 \quad C04 = C40 = C22/2 \quad C06 = C60 = C24/3 = C42/3$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は非回転対称な形状である。

【0051】次に本発明の各実施形態について説明する。

【0052】図1は本発明の投射光学系を用いた投射型表示装置の実施形態1の要部概略図である。

【0053】図1においてLVは反射型ドットマトリクス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いたライトバルブ（画像表示パネル）である。LはライトバルブLVに光を照明する照明系である。照明系Lはランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。1はライトバルブLVで光変調された光をスクリーンSに導光し、スクリーンS面上に画像を形成するためのオフアキシャル系を利用した投射光学系である。図2は図1の投射光学系1とライトバルブLV、そして照明系Lの拡大図である。

【0054】図2の投射光学系は曲率を有する回転非対称反射面を複数有し、画像表示パネルからの光束が複数の回転非対称反射面で反射を繰り返してスクリーンに投射され、その面上に実像を結ぶ反射光学系より成っている場合を示しているが、投射光学系は図2に示す反射光学系の他にレンズ系や他の反射光学系を有するように構成しても良い。

【0055】図1、図2において、反射光学系1はライ

トバルブLVからの光線の通過順に、絞りSS、凹面鏡R1・凸面鏡R2・凹面鏡R3・凸反射面R4・凸面鏡R5・凹面鏡R6の6つの反射面で構成されている。すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面である。ここで、凸面鏡R5と凹面鏡R6の間でライトバルブLVに基づく画像は中間結像しており、絞りSSは凹面鏡R6付近の位置SSaで結像している。即ち凹面鏡R6付近で瞳の結像をしている。この位置SSaはスクリーンS側の瞳となる。ここで絞りSSはスクリーンS側の光学系により一度実像として結像し、このときの結像倍率は負の倍率となっている。この様に、本実施形態では絞りSSの像が絞り位置よりスクリーンS側の光学系（反射面R1～R5）により負の倍率の結像をする構成を取ることにより、各面の光線有効径を小さく抑え、反射面等の各光学素子及び光学系全体のコンパクト化を達成している。

【0056】本実施形態では、ライトバルブLVの大きさは $10.8 \times 19.2 \text{ mm}$ 、スクリーンSの大きさは縦横比9:16の60インチ（ $747 \times 1328 \text{ mm}$ ）である。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対し42度傾いている。以下、本実施例に用いられる反射光学系の構成データを示す。構成データでは絞りS面から像面（スクリーン面）に至る各面に順に番号を付している。

絞り径		9.00				
i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	Ndi	$\nu_{di}$
1	0.00	0.00	0.00	32.26	1	絞り
2	0.00	32.26	17.67	45.33	1	反射面
3	-26.22	-4.71	8.29	46.47	1	反射面
4	-41.18	39.28	17.39	45.51	1	反射面
5	-77.79	12.25	14.50	59.90	1	反射面
6	-102.68	66.73	-2.06	102.23	1	反射面
7	-138.37	-29.06	-4.71	980.17	1	反射面
8	-635.29	836.51	12.14		1	像面
非球面形状						
R1面	C02=	-4.49687e-03	C20=	-4.86771e-03		
	C03=	5.69210e-06	C21=	1.24178e-05		
	C04=	-1.51960e-07	C22=	-2.54883e-07	C40=	-1.42672e-07
	C05=	-2.46793e-10	C23=	-4.09563e-09	C41=	-1.82622e-09
	C06=	-6.21629e-11	C24=	-1.54069e-10	C42=	-2.02039e-10
	C60=	-7.59135e-12				
R2面	C02=	-3.53809e-03	C20=	-3.25444e-03		
	C03=	4.17013e-05	C21=	1.32567e-04		
	C04=	-9.98623e-07	C22=	-1.51987e-06	C40=	-4.45744e-07
	C05=	1.30709e-08	C23=	-9.55779e-09	C41=	-1.73083e-08
	C06=	-5.65529e-10	C24=	-6.97342e-11	C42=	-4.30573e-10
	C60=	-2.13646e-11				
R3面	C02=	-1.30032e-03	C20=	-2.56607e-04		
	C03=	4.43561e-06	C21=	1.32174e-04		
	C04=	-2.62553e-08	C22=	1.00960e-06	C40=	7.68176e-07
	C05=	1.74031e-09	C23=	8.37695e-09	C41=	1.20650e-08

	C06=-1.36927e-11	C24= 1.74384e-10	C42= 2.96519e-10
	C60= 6.13742e-11		
R 4 面	C02=-1.66701e-03	C20=-3.65447e-03	
	C03= 2.01207e-05	C21= 2.02910e-04	
	C04= 4.13482e-07	C22=-1.01346e-06	C40= 5.37830e-07
	C05= 1.69426e-10	C23= 2.13758e-08	C41= 2.22534e-09
	C06=-1.10132e-10	C24=-4.19386e-10	C42=-3.64616e-10
	C60=-2.17667e-10		
R 5 面	C02=-3.70314e-04	C20=-2.44681e-03	
	C03= 1.34521e-06	C21= 3.26044e-05	
	C04= 3.10235e-07	C22= 1.40380e-08	C40=-7.66155e-08
	C05= 1.21219e-09	C23= 1.33276e-08	C41= 2.02925e-09
	C06=-7.87877e-11	C24= 1.31044e-10	C42= 5.22698e-11
	C60=-1.13702e-11		
R 6 面	C02= 3.77979e-03	C20= 5.98505e-03	
	C03=-1.57953e-05	C21=-3.81115e-05	
	C04= 9.47079e-08	C22= 1.91802e-07	C40=-2.34207e-07
	C05= 5.93045e-10	C23= 1.52327e-09	C41= 4.88138e-09
	C06=-1.73838e-11	C24=-7.00697e-12	C42=-5.86393e-11
	C60= 1.15306e-11		

次に本実施形態の光学系における光学作用を説明する。照明系Lの光源LPから発生した光は、不図示のコンデンサーレンズ、カラーフィルター等を通りライトバルブLVを照明し、ライトバルブLVで光変調された光が反射光学系1で集光されスクリーンに導光され、ライトバルブLVに基づく画像が映し出される。

【0057】図4はスクリーンS上でのデフォーカス特性、周辺光量を評価する評価位置を示してゐる。本実施形態の投射光学系1のディストーションの様子を図3に、スクリーンS上の像位置①、②、③、④、⑤の位置でのデフォーカス特性を図5に示す。本実施形態の投射光学系1は図3を見れば分かるとおり、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図5のデフォーカス特性を表す個々のグラフは基準軸上においてスクリーンから-25cm〜25cmの範囲における周波数1本/mmのMTFを示して、実線がスクリーン上のローカル座標でのy方向のコントラスト値で、破線がスクリーン上のローカル座標でのx方向のコントラスト値を表している。この図から各像位置において、スクリーン上でMTFがピークをもつ、つまり、スクリーン上にピントが合っていることがわかる。また、各像位置でコントラ

$$|(H(90)-H(0))/H(0)|=0.03<0.2\cdots(1)$$

$$|1-\cos(42^\circ)\cdot f(0)/f(90)|=0.03<0.2\cdots(2)$$

となる（ここで42度はスクリーンSの法線Saと基準軸Aのなす角である。）。

【0062】本実施形態においては基準軸Aに対し、ライトバルブLVをシフト、若しくはチルトさせているわけではないので、反射光学系1をライトバルブLVから見た

ト値はほぼ50%を確保している。

【0058】また、図4に示してあるスクリーンにおける対角線上の位置⑤、⑦、④、⑧、⑨の像位置における光量比は以下ようになる（位置④の光量を100とする）。

【0059】

⑤=94.8、⑦=95.3、④=100、⑧=94.2、⑨=91.8

この様に光量分布にほとんど差は見られない。

【0060】本実施形態で用いられている反射光学系において、基準軸の周りに展開したアジマス0度と90度における焦点距離 $f_1(0)$ 、 $f_1(90)$ とライトバルブLV側の主点位置 $H_1(0)$ 、 $H_1(90)$ を計算すると以下のような値になる。ただし、アジマス0度は図4において像位置②、④、⑥を含むアジマスであり、アジマス90度は図4において像位置③、⑤を含むアジマスである。また、主点位置は凹面鏡R1を基準とし、光の進む方向を正としている。

【0061】 $f_1(0)=-17.83$ 、 $f_1(90)=-13.7$ 、 $H_1(0)=-132.72$ 、 $H_1(90)=-128.764$

故に、前述の(1)、(2)式による値は、

ときにアジマス依存性が少ない、つまり主点位置にアジマス依存性が少ない方が望ましい。本実施形態では、(1)式の値から解るように主点位置のアジマス依存性が少ないといえる。もし、(1)式の値が大きい場合、非対称性の収差が多く発生することになり収差補正上好まし



くなく、0.2以上になると収差補正が難しくなる。図13は図12の状態におけるスクリーン部を表している。図13において、Aは基準軸、Sは傾いたスクリーン、S'は基準軸Aに垂直な平面であり、スクリーンSと面S'は角度 $\theta$ だけ傾いている。本来は面S'上に反射光学系1で拡大投影されたライトバルブLVの像面が結像される。特開平09-5650号公報に開示されているように、基準軸Aの周りに展開し、評価面を基準軸に垂直な平面S'で評価した場合、近軸量はアジマス $\phi$ とアジマス $\phi + 180^\circ$ で同じ値を示す。故に、特開平09-5650号公報で表される近軸量が像面の傾きを起こすわけではない。つまり、像面湾曲と同種の収差が、詳しく述べると、スクリーンSと面S'の交線から離れるにしたがってピント位置がずれる収差が発生しているために像面が傾くと解釈できる。こう解釈した場合、評価面である面S'におけるy方向の倍率 $\beta y'$ はスクリーンSにおける倍率 $\beta y$ が射影されたと考えることができるので、スクリーンS上で縦横比が保たれるためには、以下の関係を満たしている必要がある。

【0063】

$$\beta y = \beta y' / \cos \theta = \beta x \quad (\text{図14参照})$$

ゆえに

【0064】

【数2】

$$\beta y' / \beta x = \cos \theta = \frac{(f(0) - ss'(0)) / f(0)}{(f(90) - ss'(90)) / f(90)} = \frac{f(90)}{f(0)}$$

【0065】ここで、 $ss'(0)$ 、 $ss'(90)$ はアジマス $0^\circ$ と $90^\circ$ における反射光学系のスクリーンS側の主点位置からスクリーンSまでの距離である。上式において、本実施形態では $ss'(0) = 1034$ 、 $ss'(90) = 991$ であるので、 $ss'(0) \approx ss'(90)$ 、 $ss'(0) \gg f(0)$ 、 $ss'(90) \gg f(90)$ として近似した。つまり、(2)式が小さいことが縦横比が保たれる条件である。(2)式の値が0.2より大きくなるとディストーションが大きくなり収差補正が難しくなる。また、スクリーン側の瞳SSaに絞りを置いた場合、スクリーンの上部を通る光路長とスクリーン下部を通る光路長が異なるためにこの位置に絞りを設けるとスクリーンの上下で明るさに差があるので好ましくない。

【0066】本実施形態では前述の(1)、(2)式のうち少なくとも一方を満足させるようにしている。

【0067】本実施形態では絞りを表示パネル(ライトバルブ)LVと反射光学系1との間に設けたが本実施形態はこれに限らない。本実施形態では回転非対称反射面を

表面反射面として用いているが、特開平8-292372号公報、特開平9-222561号公報、特開平9-258105号公報等で開示されているように透明体の表面に回転非対称反射面を形成した光学ブロックを使用しても良い。さらに、複数の回転非対称表面反射面を一体にモールド成形しても良い。本実施形態では、回転非対称反射面を6面用いているが、反射面は6面に限らずいくつあっても良い。ただし、収差補正上、少なくとも3枚以上あることが望ましい。また、回転非対称反射面はある平面に対して対称な形状であるが、これに限らない。

【0068】図6は本発明の投射型表示装置の実施形態2の要部概略図である。図6においてLLはライトバルブLV1に光を照明する照明系である。2はライトバルブLV1で光変調された光をスクリーンSに投射するためのオフアキシシャル系を利用した反射光学系である。図7は図6の反射光学系2と照明系LLの詳細図である。図6、図7において、LV1は透過型ドットマトリックス液晶等から成るライトバルブ、M(M1~M5)は平面ミラー、または、ダイクロイックミラーであり、L2は光源、Pはダイクロイックプリズムである。SSは絞りである。

【0069】図6、図7において、反射光学系2はダイクロイックプリズムPからの光線の通過順に、凹面鏡R1・凸面鏡R2、絞りSS、凹面鏡R3・凸反射面R4・凸面鏡R5・凹面鏡R6の6つの反射面で構成されている。すべての反射面はYZ平面のみに対して対称な面である。ここで、凸面鏡R5と凹面鏡R6の間でライトバルブLV1に基づく画像是中間結像しており、絞りSSは凹面鏡R6付近で結像している。即ち凹面鏡R6付近で瞳の結像をしている。この様に、絞りSSの像が絞り位置よりスクリーン側の光学系(R3~R6)により負の倍率の結像をする構成を取ることにより、各面の光線有効径を小さく抑え、各光学素子及び光学系全体のコンパクト化を達成している。

【0070】また、凹面鏡R1・凹面鏡R3・凸面鏡R5、凸面鏡R2・凸反射面R4は、それぞれモールド成形等により一体的に構成されている。

【0071】本実施形態においてライトバルブLV1の大きさは12.82×22.8mm、スクリーンSの大きさは縦横比9:16の60インチ(747×1328mm)である。また、スクリーンSの法線Saは基準軸Aに対し42度傾いている。以下、本実施形態に用いられる反射光学系の構成データを示す。

絞り 楕円形状長軸 10mm 短軸 8mm  
物体側NAO.14

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	Ndi	$\nu_{di}$
1	0.00	0.00	0.00	40.00	1.51633	0.00 屈折面
2	0.00	40.00	0.00	94.44	1	屈折面
3	0.00	134.44	24.10	62.00	1	反射面
4	-46.22	93.12	3.20	20.00	1	反射面

5	-59.55	108.03	-41.80	66.05	1	絞り
6	-103.58	157.27	-5.43	65.00	1	反射面
7	-137.00	101.52	-1.54	60.95	1	反射面
8	-171.10	152.04	-4.02	112.93	1	反射面
9	-220.57	50.52	5.48	969.57	1	反射面
10	-466.94	969.57	26.99		1	像面

## 非球面形状

R 1 面	C02=-3.44101e-03	C20=-4.58807e-03		
	C03=3.00440e-07	C21=2.78030e-06		
	C04=-7.01756e-08	C22=-1.74221e-07	C40=-1.12497e-07	
	C05=-1.27294e-10	C23=8.12098e-11	C41=3.12082e-10	
	C06=-3.83615e-12	C24=-1.10477e-11	C42=-1.44544e-11	
	c60=-7.14330e-12			
R 2 面	C02=-1.77378e-03	C20=-5.41577e-03		
	C03=5.41708e-06	C21=7.40562e-05		
	C04=-1.76494e-07	C22=-8.51854e-07	C40=-3.39088e-07	
	C05=1.36936e-09	C23=1.39948e-08	C41=1.57616e-08	
	C06=-1.31153e-11	C24=-1.03951e-10	C42=-3.22676e-10	
	c60= 5.17060e-11			
R 3 面	C02=-4.06842e-04	C20=4.21014e-04		
	C03=-1.71357e-05	C21=5.33947e-05		
	C04=1.45062e-07	C22=-1.23899e-07	C40=5.80084e-07	
	C05=-5.71252e-10	C23=6.97038e-09	C41=1.25680e-08	
	C06=6.89521e-13	C24=3.16751e-12	C42=2.25270e-10	
	c60=8.97051e-11			
R 4 面	C02=1.20784e-03	C20=2.06883e-03		
	C03=-1.40533e-05	C21=4.44511e-05		
	C04=1.42042e-07	C22=-1.75304e-09	C40=1.84753e-07	
	C05=9.01218e-10	C23=1.46871e-09	C41=2.53895e-10	
	C06=-4.31366e-12	C24=-8.79849e-12	C42=-1.82599e-12	
	c60=-4.30585e-12			
R 5 面	C02=2.70769e-03	C20=1.00819e-03		
	C03=5.68901e-06	C21=3.16537e-05		
	C04=4.86535e-07	C22=-9.16386e-08	C40=4.00354e-08	
	C05=-1.21193e-09	C23=-6.83278e-10	C41=1.45772e-09	
	C06=5.47807e-12	C24=-1.36131e-10	C42=-9.34573e-11	
	c60=-7.03592e-13			
R 6 面	C02=3.62336e-03	C20=5.17427e-03		
	C03=-1.38973e-05	C21=-2.14069e-05		
	C04=1.47678e-07	C22=1.65634e-07	C40=-4.61086e-08	
	C05=-1.05417e-09	C23=-7.54144e-10	C41=3.87584e-10	
	C06=5.56347e-12	C24=5.18352e-12	C42=-1.00483e-12	
	c60= 7.76995e-12			

次に本実施形態における光学作用を説明する。照明系LLの光源L2から発生した光は複数枚の反射鏡Mを通り、R（赤色）G（緑色）B（青色）の三原色に分割される。そして、R、G、B各色光はそれぞれに対応するライトバルブLV1を通り、ダイクロイックプリズムPにより合成され、反射光学系2でスクリーンS上に導光され

る。ライトバルブLV1に基づく画像（カラー画像）が反射光学系2でスクリーンに映し出される。本実施形態の反射光学系2のディストーションの様子を図8に、図4におけるスクリーンS上の像位置①、②、③、④、⑤の位置でのデフォーカス特性を図9に示す。本実施形態の反射光学系2は図8を見れば分かる通り、大きなディス

トーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図9のデフォーカス特性を表す個々のグラフは基準軸上においてスクリーンから-25cm~25cmの範囲における周波数1本/mmのMTFを示して、実線がスクリーン上のローカル座標でのy方向のコントラスト値で、破線がスクリーン上のローカル座標でのx方向のコントラスト値を表している。この図から各像位置において、スクリーン上でMTFがピークをもつ、つまり、スクリーン上にピントが合っていることがわかる。また、各像位置でコントラスト値はほぼ50%を確保している。

【0072】また、図4に示してあるスクリーンにおける対角線上の⑤、⑦、④、⑥、⑧の像位置における光量比は以下のようになる(④の光量を100とする)。

【0073】

⑤=96.5、⑦=101.2、④=100、⑥=102.9、⑧=105.5  
この様に光量分布にほとんど差は見られない。

【0074】本実施形態で用いられている反射光学系において、基準軸の周りに展開したアジマス0度と90度における焦点距離 $f_1(0)$ 、 $f_1(90)$ とライトバルブLV1側の主点位置 $H_1(0)$ 、 $H_1(90)$ を計算すると以下のような値になる。ただし、アジマス0度は図4において像位置②、④、⑥を含むアジマスであり、アジマス90度は図4において像位置③、⑤を含むアジマスである。また、主点位置は凹面鏡R1を基準とし、光の進む方向を正としている。

【0075】 $f_1(0)=-19.81$ 、 $f_1(90)=-15.25$ 、 $H_1(0)=-140.15$ 、 $H_1(90)=-135.79$

故に

$$|(H(90)-H(0))/H(0)|=0.03<0.2\cdots(1)$$

$$|1-\cos(42^\circ)f(0)/f(90)|=0.03<0.2\cdots(2)$$

となる(ここで42度はスクリーンSの法線Saと基準軸Aのなす角である。)

【0076】本実施形態においては基準軸Aに対し、ライトバルブLV1をシフト、若しくはチルトさせているわけではないので、反射光学系2をライトバルブLV1から見たときにアジマス依存性が無い、つまり主点位置にアジマス依存性が無い方が望ましい。本実施形態では、(1)式の値から解るように主点位置のアジマス依存性が少ないといえる。もし、(1)式の値が大きい場合、非対称性の収差が多く発生することになり収差補正上好ましくなく、0.2以上になると収差補正が難しくなる。また、(2)式が小さいので、スクリーン上での縦横比が保たれている。(2)式の値が0.2より大きくなるとディストーションが大きくなり収差補正が難しくなる。また、スクリーンS側の瞳に絞りを置いた場合、スクリーンの上部を通る光路長とスクリーン下部を通る光路長が異なるためにこの位置に絞りを設けるとスクリーンの上下で明るさに差が出て来る。

【0077】本実施形態では絞りSSを回転非対称反射面R2と回転非対称反射面R3の間に設けたが本実施形態

はこれに限らない。本実施形態では回転非対称反射面を表面反射面として用いているが、特開平8-292372号公報、特開平9-222561号公報、特開平9-258105号公報等で開示されているように透明体の表面に回転非対称反射面を形成した光学ブロックを使用しても良い。

【0078】さらに、本実施形態では、凹面鏡R1・凹面鏡R3・凸面鏡R5、凸面鏡R2・凸反射面R4は、それぞれモールド成形等により一体的に構成されているがこれに限定はされない。本実施形態では、回転非対称反射面を6面用いているが、反射面は6面に限らず、いくつであっても良い。ただし、収差補正上、少なくとも3枚以上あることが望ましい。また、回転非対称反射面はある平面に対して対称な形状であるが、これに限らない。

【0079】図10は本発明の投射型表示装置の実施形態3の要部概略図である。本実施形態は図6の実施形態2に比べて、投射光学系を、前面に透過型スクリーンSを設けたケースK内に備え背面投射型表示装置に適用した点が異なっている。反射光学系2からの光束を平面ミラーMM1と平面ミラーMM2で折り返され透過型のスクリーンSに投射している。この様にスクリーンS上に斜めに投射する投射光学系を用いることにより装置の奥行きを小さくしている。この場合、基準軸とスクリーンの角度が大きければ大きいほど装置の奥行きを縮めることができる。

【0080】本実施例では平面ミラーMM1とMM2の2つのミラーで光路を折り曲げているが本実施形態はこれに限定されず、2以上の複数のミラーを用いても良い。

【0081】以上のように本発明の各実施形態によれば、斜め投射をする投射型表示装置において、曲率を有する回転非対称反射面を3面以上有し、画像表示パネルからの光束が前記複数の回転非対称反射面で反射を繰り返してスクリーンに投影され実像を結ぶ反射光学系を用い、かつ反射光学系として回転非対称反射面と反射面の間、又は、反射光学系と表示パネルの間に絞りを設け、絞りの像が絞り位置よりスクリーン側の光学系により負の倍率の結像をするように構成することにより、装置の小型化を図りつつ、周辺光量比を確保し、かつ拡大率の高い斜め投射の投射型表示装置を得ることができる。さらに、本実施形態によればスクリーン面上に拡大投影される像面が基準軸に対して斜めに結像されるように構成し、基準軸周りに展開される焦点距離、主点位置等を適切な値に設定することにより、斜め投射でありながらスクリーンでの光量をほぼ均一にし、ディストーション、主に台形歪みを抑え良好な投射画像を得ることができる。

【0082】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、装置の小型化を図りつつ、周辺光量比を多く確保し、かつ拡大率の高い斜め投射の方式を用

いた投射光学系及びそれを用いた投射型表示装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 の投射光学系を用いた投射型表示装置の構成図

【図 2】図 1 の投射光学系の反射光学系 1 と照明系 L、ライトバルブ LV の構成図

【図 3】本発明の実施形態 1 の投射光学系のディストーションを示す説明図

【図 4】本発明に係るスクリーン上における評価位置を示す説明図

【図 5】本発明の実施形態 1 の投射光学系のデフォーカス特性を示す説明図

【図 6】本発明の実施形態 2 の投射光学系を用いた投射型表示装置の構成図

【図 7】本発明の実施形態 2 の投射光学系の反射光学系 2 と照明系の構成図

【図 8】本発明の実施形態 2 の投射光学系のディストーションを示す説明図

【図 9】本発明の実施形態 2 の投射光学系のデフォーカス特性を示す説明図

【図 10】本発明の実施形態 3 の投射型表示装置を示す説明図

【図 11】従来のシフト光学系の概念図

【図 12】従来の斜め投射した光学系の概念図

【図 13】斜め投射した場合の倍率の関係を示す説明図

【図 14】斜め投射した場合の倍率の関係を示す説明図

【図 15】従来の斜め投射光学系を示す説明図

【図 16】従来の斜め投射光学系を示す説明図

【図 17】本発明における反射光学系の座標系の説明図

【符号の説明】

1、2・・・反射光学系

L、L2・・・照明光学系

LV、LV1・・・ライトバルブ

LL・・・ライトバルブ、照明系

R1～R6・・・回転非対称反射面

S・・・スクリーン

SS・・・絞リ

S'・・・基準軸に垂直な平面

M・・・ミラー、及びダイクロイックミラー

M1、M2・・・折り返しミラー

P・・・ダイクロイックプリズム

A・・・基準軸

K・・・収納ケース

$\beta_x, \beta_y, \beta_y'$ ・・・倍率

$R_i, R_m, n$ 面

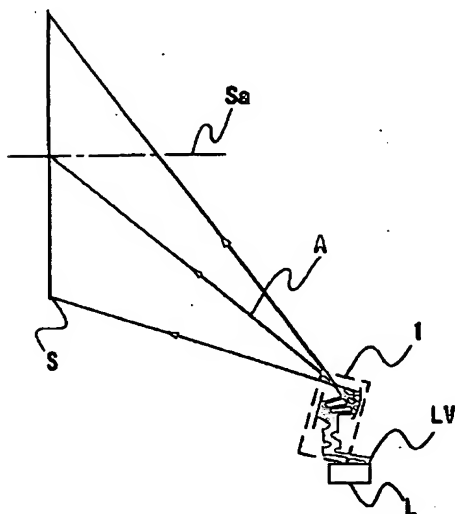
$B_i$  第  $i$  の光学素子

$D_i$  基準軸に沿った面間隔

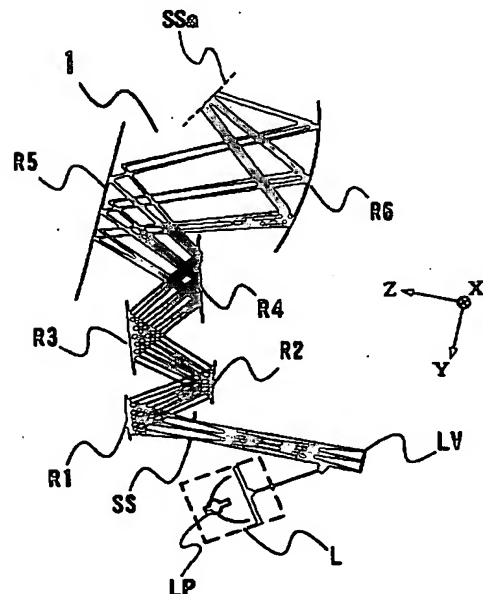
$N_{di}$  屈折率

$\nu_{di}$  アッペ数

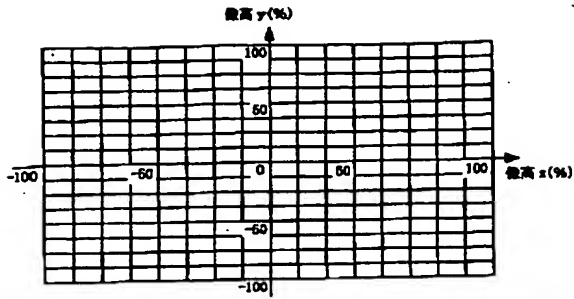
【図 1】



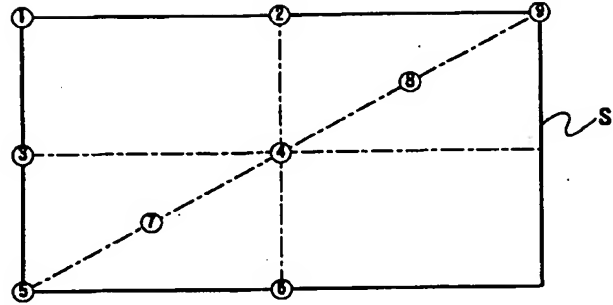
【図 2】



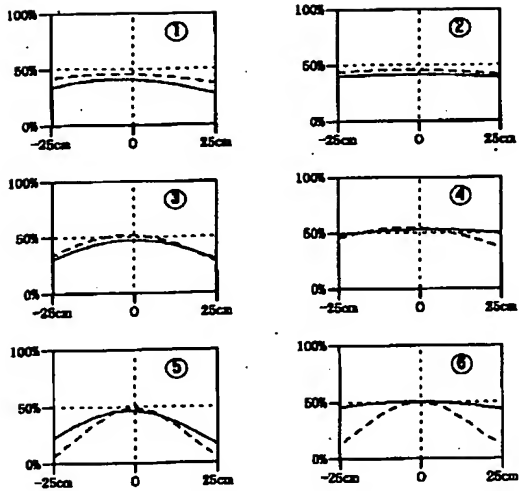
【图3】



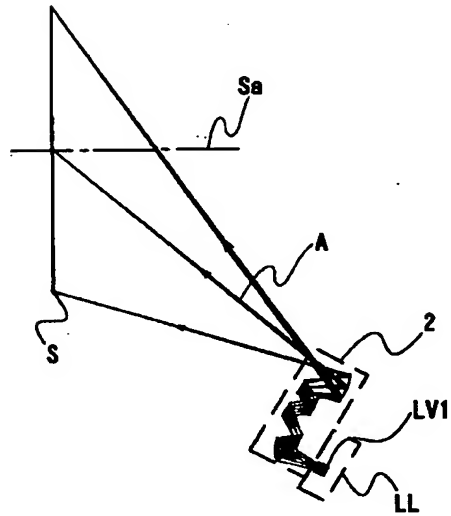
【图4】



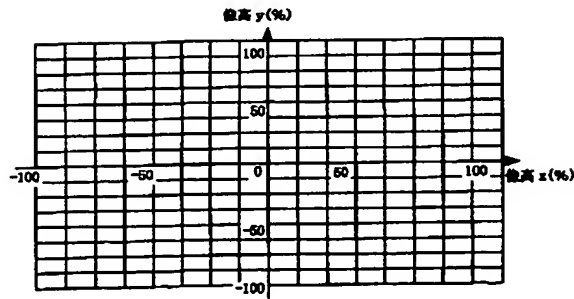
【图5】



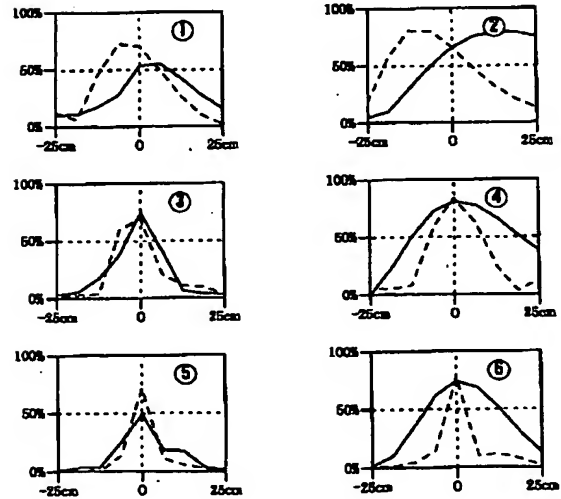
【图6】



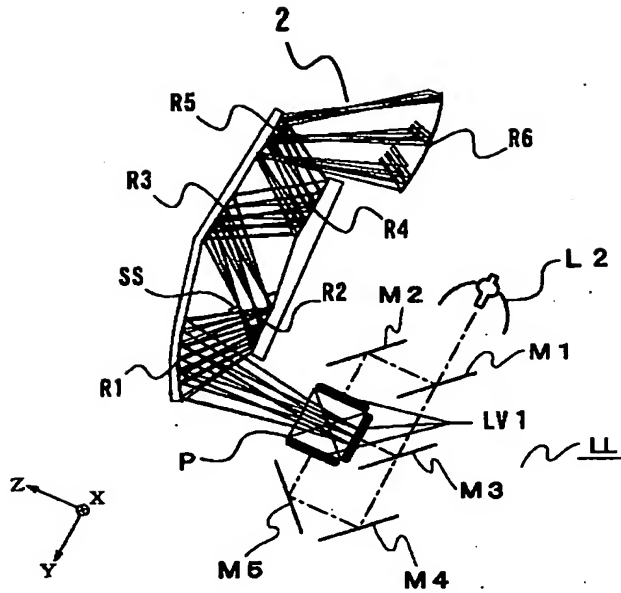
【图8】



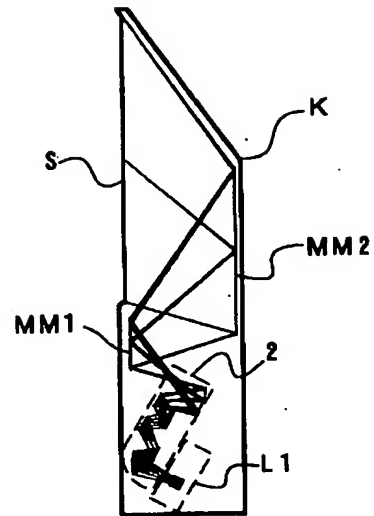
【图9】



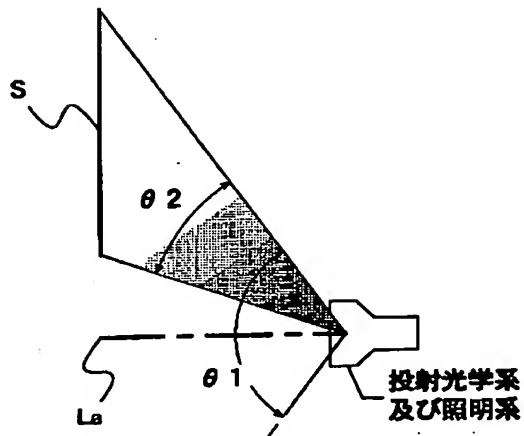
【図7】



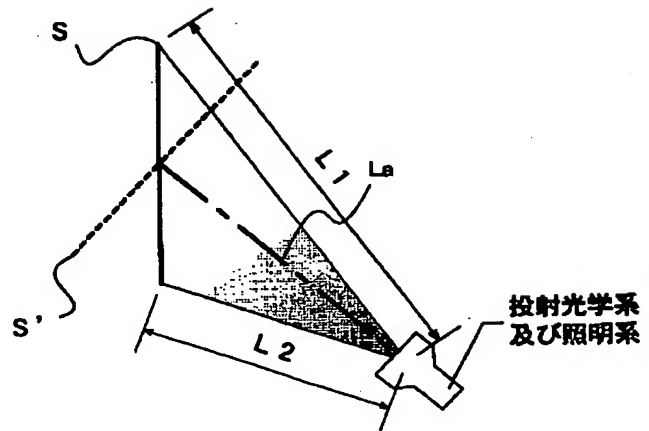
【図10】



【図11】

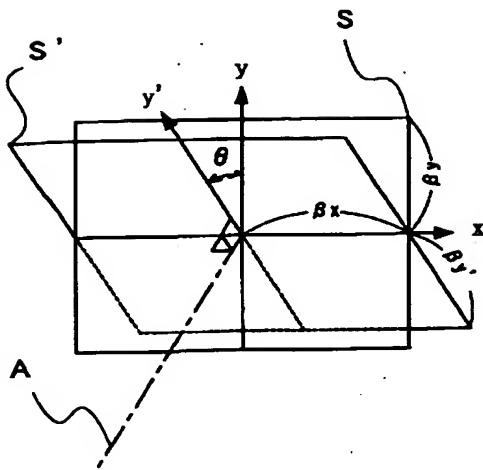


【図12】

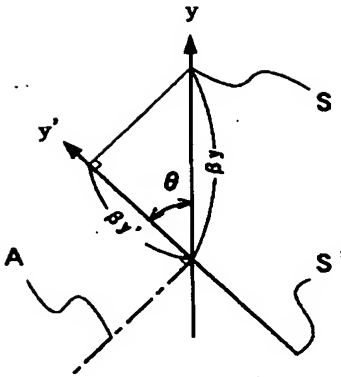




【図13】

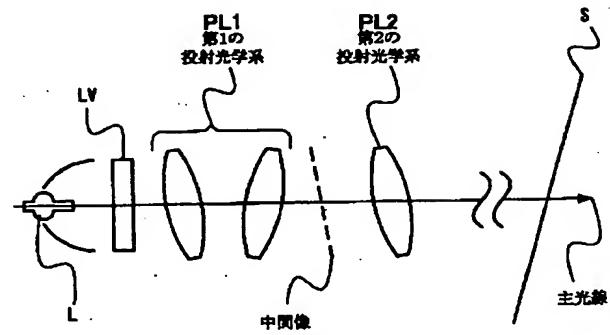
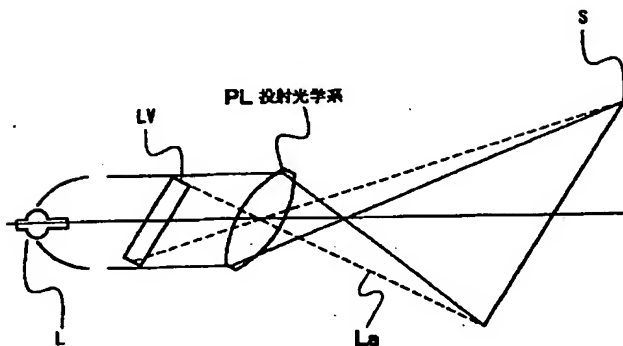


【図14】

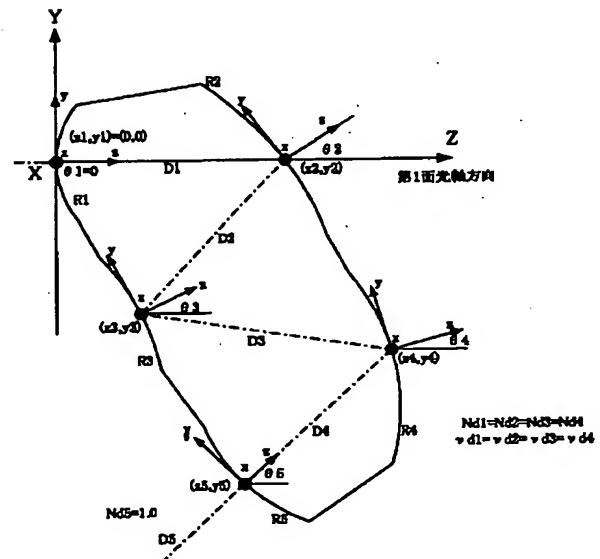


【図16】

【図15】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	コード (参考)
H 0 4 N 5/74		H 0 4 N 5/74	A

Fターム(参考) 2H087 KA06 KA07 TA01  
2H088 EA13 EA14 EA15 HA13 HA21  
HA24 HA28 MA01 MA20  
5C058 EA02 EA12 EA13  
5G435 AA01 AA18 BB17 DD02 FF03  
FF08 GG03 GG08 GG23 LL15  
9A001 BB04 BB06 HZ23 KK16